الجرار الزراعى

Farm Tractor

الأستاذ الدكتور

السعيد رمضان العشرى

أستاذ القوى و الجرارات الزراعية

قسم الهندسة الزراعية

كلية الزراعة جامعة الإسكندرية



مكتبة بستان المعرفة
لطبع ونشر وتوزيع الكتب
ت : ٠٤٥/٢٢٤٢٢٨
٠١٢٣٥٣٤٨١٤

الجـــرار الزراعى

Farm Tractor

الأستاذ الدكتور

السعيد رمضان العشرى

أستاذ القوى والجرارات الزراعية

قسم الهندسة الزراعية

كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

2007

مكتبة بستان المعرفة

لطباعة ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدوار - الحدائق - بجوار نقابة التطبيقيين

☎: ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ & ٠١٢١١٥١٢٣٧

الكتاب	الجرار الزراعى
المؤلف	أ.د/ السعيد رمضان العشرى
رقم الإيداع	١٦٢٣٧ / ٢٠٠٦ .
الترقيم الدولى	I.S.B.N 977-6015-034 -3
الطبعة	الأولى
الناشر	مكتبة بستان المعرفة
	كفر الدوار ـ الحدائق ـ ٦٧ ش الحدائق بجوار نقابة التطبيقيين
	تليفون: ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ & ٢٢١١٤٩٥ / ٠٤٥
	الإسكندرية ٠١٢١١٥١٢٣٧
	البريد الألكترونى : bostan _elma3afa @ yahoo. com

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحاً تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ﴾

صدق الله العظيم

[سورة: الأحقاف - الأية: ١٥]

مقدمة

الميكنة الزراعية هى أحدى مجالات علم الهندسة الزراعية، والذى يختص بتطبيق الأساليب والفنون الهندسية فى خدمة الزراعة. وتعتبر القوى والآلات الزراعية هى ادوات الميكنة الزراعية، ويقصد بالآلات الزراعية Farm machinery بأنه اى معدة تجرَ أو تدفع أو تدار بواسطة أى مصدر للقدرة المحركة. اما المقصود بالقوى الزراعية Farm Power بانه اى قوى تجرَ أو تدفع أو تدير الآلات الزراعية . ويعتبر الجرار الزراعى القدرة الآلية الأساسية بالمزرعة فهو المصدر الرئيسى لتوليد القدرة التى تستخدم فى سحب أو دفع أو إدارة الآلات الزراعية المختلفة.

و تحتاج الكليات والمعاهد والعاملين فى مجال الميكنة الزراعية إلى مراجع وكتب حديثة حتى تستطيع أداء وظيفتها على الوجه الأمثل وتفتقر المكتبة العربية لكثير من الكتب الفنية التى تعتبر كمراجع ومصادر للمعرفة والبحث. وإيمانا منا بأهمية توفير كتاب عن الجرار الزراعى باللغة العربية، عملنا متواضعين على إعداد هذا الكتاب ليكون عونا لأعزائنا طلبة كليات الزراعة وأقسام الهندسة الزراعية وجميع المشتغلين فى مجال الهندسة الزراعية.

وهذا الكتاب يشتمل على فكرة عامة عن الجرار الزراعى وأنواعه المختلفة، كما تضمن الكتاب عرض لطرق ووسائل نقل الحركة والقدرة فى الجرار، وكذلك وسائل استغلال القدرة من الجرار واستكمل بشرح لهيكل وفرامل وأجهزة القيادة والتوجية فى الجرار وكذلك شرح لمعايير أداء الجرار، واختتم الكتاب بتوضيح للصيانة اللازمة للجرار.

ومع ما بذل من جهود كبيرة فى هذا الكتاب لإخراجه بأفضل صورة إلا أن أى عمل بشرى لا يخلو من النقص والخطأ. وإذ أتمنى أن أكون قد وفقت بتقديمه على هذه الصورة. فأننى أرحب بأى اقتراحات من قبل الزملاء العاملين فى مجال الهندسة الزراعية حتى يمكن الأخذ بها فى الإصدارات المستقبلية إن شاء الله. ولا يفوتنى هنا أن أتقدم بعظيم الشكر والتقدير إلى أساتذتى الأفاضل الذين تعلمت على أيديهم وكان لمؤلفاتهم ولما قدموه من عون أكبر الأثر فى سبيل إنجاز هذا الكتاب.

ونسأل الله سبحانه وتعالى التوفيق والسداد

أ.د/ السعيد رمضان العشرى

تمهيد

المفاهيم الهندسية الأساسية

Basic Engineering Concepts

تمهيد

المفاهيم الهندسية الأساسية

Basic Engineering Concepts

الوحدات والأبعاد الهندسية Units and Dimensions

- البعد Dimension

هو المفهوم الأساسى المستخدم لوصف كمية فيزيائية مثل الطول والكتلة والزمن. ويجب أن تكون أبعاد أى معادلة فى الطرفين متوافقة.

- الوحدة Unit

هى وسيلة التعبير عن مقدار الأبعاد

متر (m) للطول & ثانية (sec) للزمن & نيوتن (Newton) للقوة

الوحدات الأساسية Base Units

هى عبارة عن سبع وحدات أساسية تتكون منها جميع الكميات الهندسية وهى:

١- الطول Length

٢- الكتلة Mass

٣- الزمن Time

٤- درجة الحرارة Temperature

٥- شدة التيار الكهربى Electric current

٦- شدة الاضاءة

٧- وزن الجزئ

الأنظمة الشائعة للوحدات Common System of Units

قديما كان هناك النظام الانجليزى والنظام المترى (الفرنسى) ولكل نظام وحدات للتعبير عن الكميات الهندسية المختلفة. تختلف قيمة هذه الوحدات من نظام إلى آخر. وقد تم الاتفاق على استخدام نظام موحد لهذه الوحدات ويسمى بالنظام العالمى للوحدات The International system of units ويرمز له بالرمز SI وذلك بغرض توحيد استعمال الوحدات والرموز والكميات طبقاً لتوجيه عدة منظمات دولية. إلا أن هناك بعض البيانات تسجل بالوحدات النظام الانجليزى أو النظام الفرنسى لذا فهناك ضرورة للتعرف على الأنظمة الأخرى. ويوضح جدول(١) أنظمة الوحدات الشائعة الاستخدام.

الأعداد التعبيرية فى وحدات Expressing Numbers in SI units (SI)

جدول (٢) يوضح مجموع من البادئات القياسية تستخدم مع وحدات (IS) لتشكل المضاعفات.

قواعد إظهار الأرقام التعبيرية

١- يجب ان تختار بادئة الوحدة (جم – نيوتن) عندما تكون القيمة العددية ما بين ٠,١الى٩٩٩.

٢- يجب ان لا يفصل فارغ بين رمز البادئة ورموز الوحدة مثال ذلك:

(kg .km .kW)

جدول (١) أنظمة الوحدات الشائعة الاستخدام

	الطول length	الزمن time	الكتلة mass
النظام الأنجليزى ES	قدم ft بوصة in	ثانية Sec	باوند (رطل) lb
النظام الفرنسى (المترى) MS	سم cm متر m	ثانية Sec	كجم kg
النظام العالمى SI	مم mm متر m	ثانية Sec	نيوتن Newton

الكميات الهندسية المشتقة :

هناك بعض الكميات الهندسية المشتقة من الكميات الأساسية وهى:

١- المساحة Area

تعتبر وحدة المساحة هى مربع وحدة الطول ويعبر عنها فى النظام العالمى للوحدات IS متر مربع m^2 او مم٢ mm.

وقد اتفق أيضاً على التعبير عن مساحة الأراضى بالآتى:

فى أوربا : الهكتار hectare

$$1 \text{ hactar} = 10000 \text{ m}^2$$

جدول (٢) البادئات القياسية

عربى	انجليزى	الأس العشرى
يوكتز	Yocto	10^{-24}
زبتو	Zepto	10^{-21}
ادتو	Atto	10^{-18}
فيمتو	Femto	10^{-15}
بيكو	Pico	10^{-12}
نانو	Nano	10^{-9}
ميكرو	Micro	10^{-6}
مللى	Milli	10^{-3}
سنتى	Centi	10^{-2}
ديس	Deci	10^{-1}
ديكا	Deka	10^{1}
هيكتو	Hecto	10^{2}
كيلو	k.lo	10^{3}
ميجا	Mega	10^{6}
جيجا	Giga	10^{9}
تيرا	Tera	10^{12}
ميتا	Peta	10^{15}
إكسا	Exa	10^{18}
زيتا	Zetta	10^{21}
يوتا	Yotta	10^{24}

فى أمريكا وانجلترا: الأيكر acre

$$1 \text{ acre} = 4046.85 \text{ m}^2$$

فى مصر: فدان feddan

$$1 \text{ feddan} = 4200.83 \text{ m}^2 = 4200 \text{ m}^2$$

فى الدول العربية دونم ويعادل 1000 m^2

٢- الحجم Volume

وحدة الحجم هى مكعب وحدة الأطوال ويعبر عنها فى النظام العالمى للوحدات SI بـ متر مكعب m^3 او مم٣ mm^3

كما يستعمل اللتر liter للتعبير عن حجم السوائل والغازات

$1 \text{ liter} = 1000 \text{ cm}^3$ ١ لتر = ١٠٠٠ سم٣

$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$ ١ متر٣ = ١٠٠٠ لتر

٣- السرعة Velocity او Speed

إذا تحرك جسم فإنه يغير مكانه ويقطع الجسم أثناء التحرك مسافة L فى زمن معين t فتكون السرعة هى خارج قسمة المسافة على الزمن.

وعلى ذلك يمكن تعريف السرعة بأنه معدل تغير المسافة التى يقطعها جسم ما بالنسبة للزمن، اى معدل حركة الجسم

$$\upsilon = \frac{dL}{dt}$$

ووحداتها متر/ث (m/sec) او كم/ساعة (km/h)

والسرعة كمية متجهة بمعنى أن لها مقدار واتجاه وخط عمل، ويمكن تمثيلها بيانياً بخط فى نفس اتجاهها وطوله يمثل مقدارها.

٤- السرعة الزاوية Angular Velocity

هى سرعة دوران نقطة حول محور مثال ذلك سرعة المحرك (سرعة عمود الكرنك) يعبر عنها بـ لفة/ دقيقة r.p.m فى كل الوحدات وفى النظام العالمى للوحدات يعبر عن السرعة الزاوية rad/s

$$1\, r.p.m = 2\pi/60 \qquad rad/s$$

٥- السرعة المحيطية

تبلغ المسافة التى تقطعها نقطة واقعة على محيط جسم يدور، فى اللفة الواحدة طول المحيط $\pi.D$ حيث D قطر الدائرة (m) والمسافة التى تقطعها النقطة فى عدد من اللفات n هى $\pi.D.n$

على ذلك السرعة المحيطية هى المسافة التى تقطعها نقطة واقعة على محيط الدائرة فى الثانية الواحدة :

$$\upsilon = \pi D n x 60$$

حيث :

V - السرعة المحيطية m/sec

D - قطر الدائرة (m)

n = سرعة الدورانية (r.p.m)

٦- العجلة Acceleration

وهى معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن $a = \frac{dv}{dt}$

ووحداتها متر/ث٢ (m/sec^2) وهى كمية متجهة أيضاً مثل السرعة

٧- القوة Force

تعرف بأنها العامل الذى يؤثر على جسم ما ويغير من حالة اتزانه. وحالة الاتـزان هـى وجـود الجسـم فـى حالـة سـكون أو فـى حالـة حركـة منتظمـة فـى خـط مستقيم. وتحدد القوة بثلاثة عناصر هى المقدار والاتجاه ونقطة التأثير.

ونتيجة لتأثير القوة على الجسم فإنها تكسبه عجلة فى نفس اتجاه القوة. وهذه العجلة تتناسب طردياً مع مقدار القوة المؤثرة أما ثابت التناسب فهو كتلة الجسم وبالتالى فأن:

القوة = كتلة × عجلة $F = m \times a$

حيث:

F - القوة Force نيوتن (N)

M- كتلة الجسم كجم (kg)

a - عجلة الجسم متر/ثانية٢ (m/sec^2)

وتستخدم وحدة نيوتن (NEWTON) او كيلو نيوتن kN

$$N = 1\ kg.\ m/sec^2$$

ويعتبر النيوتن (N) الذى سمى باسم السيد إسحاق نيوتن (Isaac Newton) كوحدة للقوة التى تحرك كتلة مقدارها واحد كيلو جرام بعجلة ١متر/ث٢.

٨- العزم Torque & Bending Moment

يعرف العزم بأنه دوران الجسم ما حول أحد المحاور (نقطة دوران) نتيجة تأثير قوة (أو محصلة مجموعة من القوى) ويبعد خط عملها عن محور الدوران بمسافة عمودية على اتجاه القوة تعرف بذراع العزم، وتكون القوة تساوى حاصل ضرب مقدار القوة فى ذراعها.

العزم= القوة **x** ذراع العزم $\qquad T = F \times L$

حيث:

T - العزم Torque ووحداته نيوتن. متر (N.m)

F = القوة Force ووحداتها نيوتن (N

L- ذراع العزم ووحداته متر (m

٩- الضغط Pressure

الضغط هو مقدار القوة الواقعة على وحدة المساحة:

الضغط = القوة / المساحة $$P = \frac{F}{A}$$

حيث:

F = القوة Force نيوتن (N)

A - المساحة Area متر٢ (m^2

P = الضغط pressure نيوتن/ متر٢ N/m^2

هذه الوحدة (N/m^2) تعادل وحدة بسكال (Pascal) فى النظام العالمى ويرمز لها بالرمز Pa

١٠- الشغل Work

إذا تحرك جسم تحت تأثير قوة معينة لمسافة ما فى اتجاه هذه القوة، فيقال أن تلك القوة بذلت شغلاً ويساوى حاصل ضرب القوة فى المسافة على أن تكون المسافة فى أتجاه . أو يعرف الشغل على انه كمية الجهد المبذول لرفع ثقل مسافة رأسية محددة أو تحريك قوة مسافة معينة فى اتجاه تأثير القوة:

الشغل = القوة X مسافة $$W = F \times L$$

حيث:

W - الشغل work ، نيوتن متر (N.m)

F - القوة force، نيوتن (N)

L - المسافة Length فى اتجاه القوة متر (m)

وتعادل وحدة الشغل N.m وحدة جول (Joule) فى النظام العالمى ويرمز له بالرمز J

$$J = N.\ m$$

ويعرف الجول Joule بأنه كمية الشغل المبذول لتحريك قوة مقدارها ١ نيوتن Newton مسافة ١ متر (m) فى اتجاه تأثير تلك القوة

١٢- القدرة Power

القدرة هى معدل بذل شغل معين:

$$Power = \frac{work}{time} \qquad \text{القدرة} = \frac{\text{شغل}}{\text{زمن}}$$

وحدات القدرة (نيوتن. متر/ث) N.m/sec

يطلق على هذه الوحدات وات Watt ويرمز له بالرمز W ويرجع ذلك الى أواخر القرن الثامن عشر، حينما رغب جيمس وات (James Watt) أن يقدر محركاته البخارية بدلالة المنافس وذلك الوقت وهو الحصان. وقام بإجراء سلسلة من الاختبارات بخيول متوسطة ووجد ان الحصان يمكن أن يرفع ٣٦٦ رطل من الفحم خارج المنجم بمعدل ١ قدم/ث. قام وات بزيادة هذه القيمة بنسبة ٥٠٪

ليقلل تقدير محركاته بشكل متعمد. ومنذ ذلك الحين استخدم المقدار الناتج، كوحدة أساسية للقدرة الحصانية (HP) horse power، وهو يعادل ٥٥٠ قدم. رطل/ث، وفى النظام المترى (الفرنسى) استخدام أيضاً الحصان لتعبير عن وحدة القدرة حيث يعرب عن الحصان بأنه القدرة اللازمة لشد قوة مقدارها ٧٥كجم لمسافة متر خلال زمن مقداره ١ ثانية أى أن الحصان يعادل ٧٥كجم متر/ث.

وعند استخدام النظام العالمى للوحدات تم تسمية وحدة القدرة بالوات (W). وتعتبر وحدة الوات قدرة مكافئة لتحرك قوة مقدارها ١ نيوتن لمسافة مقدارها متر واحد خلال ثانية واحدة.

ويعادل الحصان = ٧٤٥,٧ وات (HP = 745.7 W)

أو الكيلو وات = ١,٣٤١ حصان (kW = 1.341 HP)

ويعبر عن القدرة الميكانيكية من خلال صيغتين: الأولى القدرة الخطية، وهذه تحدث عندما تبذل قوة مع سرعة خطية.

القدرة = (القوة × المسافة) / زمن = القوة X السرعة

$$P = \frac{F.L}{t} = F.V$$

حيث: P القدرة و F القوة و L المسافة و t الزمن و V السرعة

والصيغة الثانية تكون القدرة الدورانية وهى القدرة التى تنقل من خلال دوران اجسام وتحسب القدرة الدورانية

$$P = \frac{2\pi NT}{60}$$

حيث: P = القدرة بالوات (W)

N سرعة دوران العمود لفة/ دقيقة (r.p.m)

T مقدار العزم على العمود نيوتن. متر (N.m)

١٣- الطاقة Energy

الطاقة هى مقدرة جسم ما على بذل شغل معين، أى أنه شغل مخزون فى ذلك الجسم. وحدات الطاقة(وات.ث) W.sec او كيلو وات. ساعة kW.h

الطاقة قد تكون ظاهرة (متحركة) يمكن الإحساس بها وقياسها، أو مختزنة Stored (كامنة Latent) يمكن تحويلها إلى ظاهرة. عموما يمكن تصنيف الطاقات إلى ستة أنواع رئيسية كالآتى:

١- الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy:

هى الطاقة التى يمكن أن تؤدى فى صور مختلفة مثل طاقة الوضع وطاقة الحركة، يمكن استخدامها مباشرة وتحويلها بسهولة إلى أنواع أخرى.

٢- الطاقة الكهربية Electrical Energy:

تنتج بمرور الألكترونات فى الموصلات الكهربية، وهى أرقى أنواع الطاقة وأفضلها لدى الإنسان حيث تتميز ببساطة استخدامها وسهولة تحويلها إلى الأنواع الأخرى من الطاقة، ويمكن تخزينها فى صورة مجال كهربى أو كهروستاتيكى.

٣- الطاقة الكيميائية Chemical Energy:

وهى طاقة مختزنة فقط تظهر عند التفاعلات الكيميائية مثل احتراق الوقود ومرور التيار من بطارية. فالوقود يحتوى على طاقة كيميائية مختزنة به، لا تنطلق إلا عندما يحترق (يتفاعل مع الأكسجين) حيث تتحول الطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقة حرارية. وبطارية السيارة الجرار أيضاً تحتوى على طاقة كيميائية تتحول إلى كهربائية عند توصيل قطبيها بدائرة خارجية.

٤- الطاقة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Energy:

وتنتقل على هيئة أشعة كهرو مغناطيسية Electromagnetic waves بسرعة الضوء ولكن بأطوال موجية مختلفة. ومن امثلتها الإشعاع الحرارى وأشعة إكس، وموجات الراديو.

٥- الطاقة الحرارية Thermal Energy:

وهى أبسط وارخص أنواع الطاقة حيث يسهل الحصول عليها باحتراق المادة أو الوقود. وهى أيضاً أدنى أنواع الطاقة إذ يصعب استخدامها مباشرة فى جوانب الحياة المختلفة، كما أنه ليس من السل تحويلها إلى أنواع الطاقة الأخرى، الطاقة الحرارية هى مقياس لحركة جزئيات المادة، والصورة الظاهرة لها هى الحرارة

Heat التى تنتقل من الأجسام الساخنة إلى الباردة، ويمكن تخزينها فى المواد المختلفة على هيئة حرارة محسوسة Sensible heat أو كامنة Latent heat.

٦- الطاقة الذرية Atomic Energy:

وهى طاقة هائلة مختزنة لا تظهر الا عندما تتفاعل مكونات ذرات المادة، وتنقسم إلى نوعين رئيسيين:

A- الطاقة الإنشطارية Fission Energy:

وتنطلق عند انشطار الذرات الثقيلة كاليورانيوم والبلوتونيوم إلى ذرات عناصر اخف. وهذه الطاقة، حسب قانون العالم الشهير ألبرت أينشتين، تعادل فرق الكتلة بين الذرات الثقيلة والذرات الخفيفة الناتجة عن التفاعل، وهى طاقة هائلة بالنسبة لكتلة الوقود إذا ما قورنت بالأنواع العادية الأخرى.

B- الطاقة الإندماجية Fusion Energy:

التى تنطلق من اندماج ذرات عناصر خفيفة لتكوين ذرات عناصر أثقل، مثل اندماج ٤ ذرات هيدروجين لتكوين ذرة واحدة من الهليوم. هذا التفاعل يحدث فى الشمس وتنطلق منه الطاقة الشمسية.

الباب الأول

مقدمة فى الجرار الزراعى

Introduction to Farm Tractor

الباب الأول

مقدمة فى الجرار الزراعى

Introduction to Farm Tractor

١-١- مقدمة :

يعتبر الجرار القدرة الآلية الأساسية بالمزرعة فهو مصدر لتوليد القدرة التى تستخدم فى سحب أو دفع أو إدارة الآلات الزراعية المختلفة، ويمكن حصر الخدمات التى يؤديها الجرار فيما يلى:-

- جر أو سحب الآلات الزراعية مثل المحاريث والأمشاط والآلات الزراعية وآلات استصلاح الأراضى مثل القصابيات وآلات التسوية.
- جر الآلات الزراعية مع تشغيل بعض أجزائها فى نفس الوقت بواسطة عمود الإدارة للجرار P.T.O مثل المحاريث الدورانية وآلات الحصاد، وآلات الرش والتعفير، وآلات تقليع البطاطس وآلات الضم والدراس.
- إدارة الآلات الثابتة عن طريق طارة الإدارة المتصلة بالجرار مثل مضخات الرى وآلات جرش الحبوب وآلات تقطيع الأعلاف وآلات الدراس.
- نقل المحاصيل الزراعية والأسمدة بواسطة المقطورات.
- دفع الآت مركبة فى مقدمة الجرار مثل سلاح البلد وزر واللودر.
- رفع أو خفض الآلات أو الأثقال عن طريق الجهاز الهيدروليكى للجرار.

٢-١ - تقسيم الجرارات Classification of Tractors

يمكن تقسيم الجرارات على أسس ومعايرة محددة كما بالشكل (١-١) وهى:-

١- حسب نوعية الإستخدام. ٢-حسب التلامس مع الأرض.

٣ حسب القدرة على قضيب الشد.

(١) تقسيم الجرارات حسب نوعية الإستخدام:

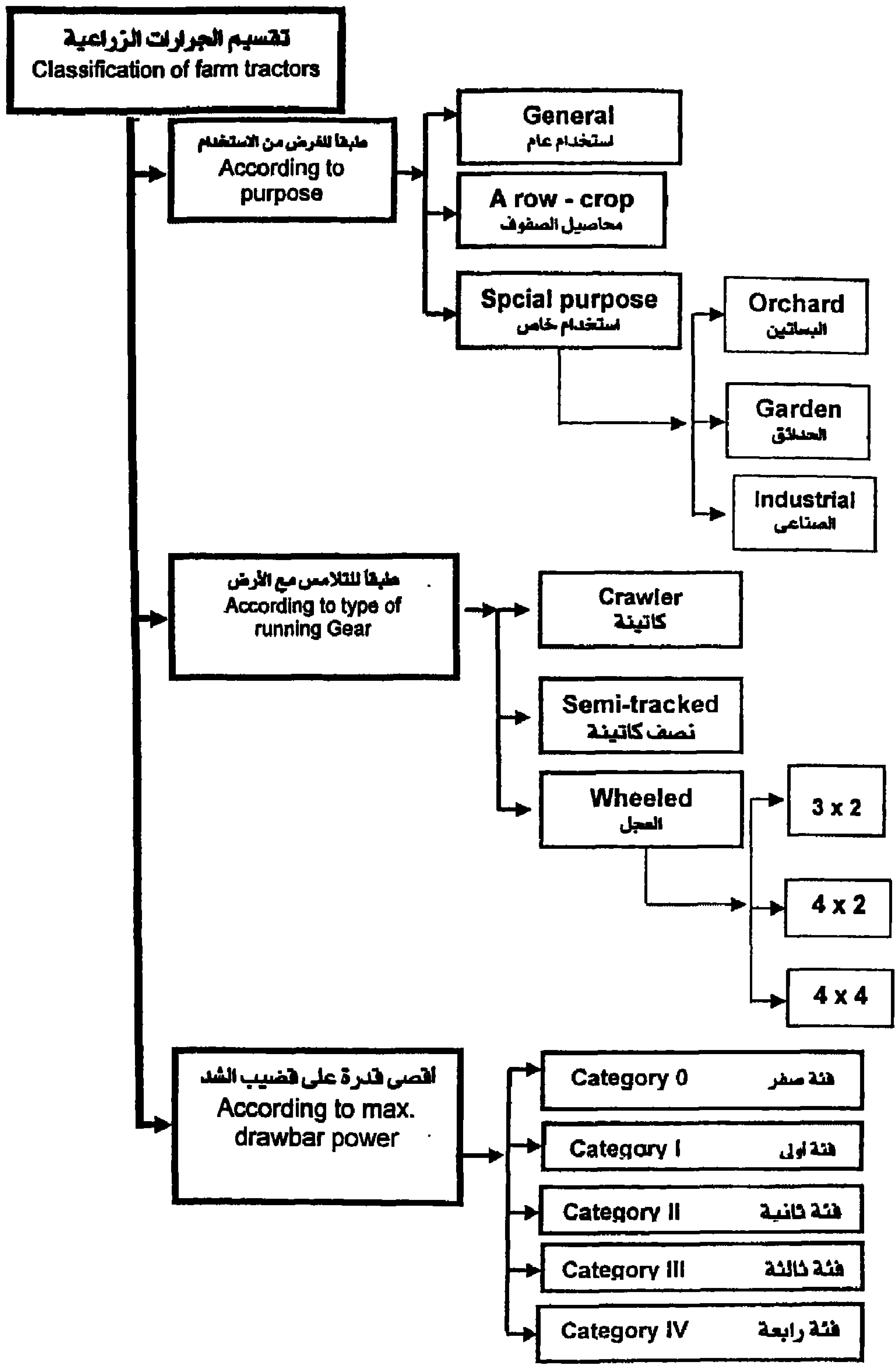
أ- جرارات الإستخدام العام (الجرارات الحقلية) A utility Tractor

هى جرارات ذات أربع عجلات تستخدم للقيام بمعظم العمليات المزرعية فى المزارع الكبيرة مثل الحرث والتمشيط وتسوية التربة ونثر البذور وعمليات الحصاد، وتمتاز بإنخفاض الخلوص بين جسم الجرار والأرض وثقل وزنه نسبياً حتى يعطى زيادة قوة الشد على قضيب الشد لذلك فهو أعلى كفاءة فى عمليات الحرث والجر بصفة عام.ويوضح شكل(١-٢) نموذج للجرارات الأستخدام العام.

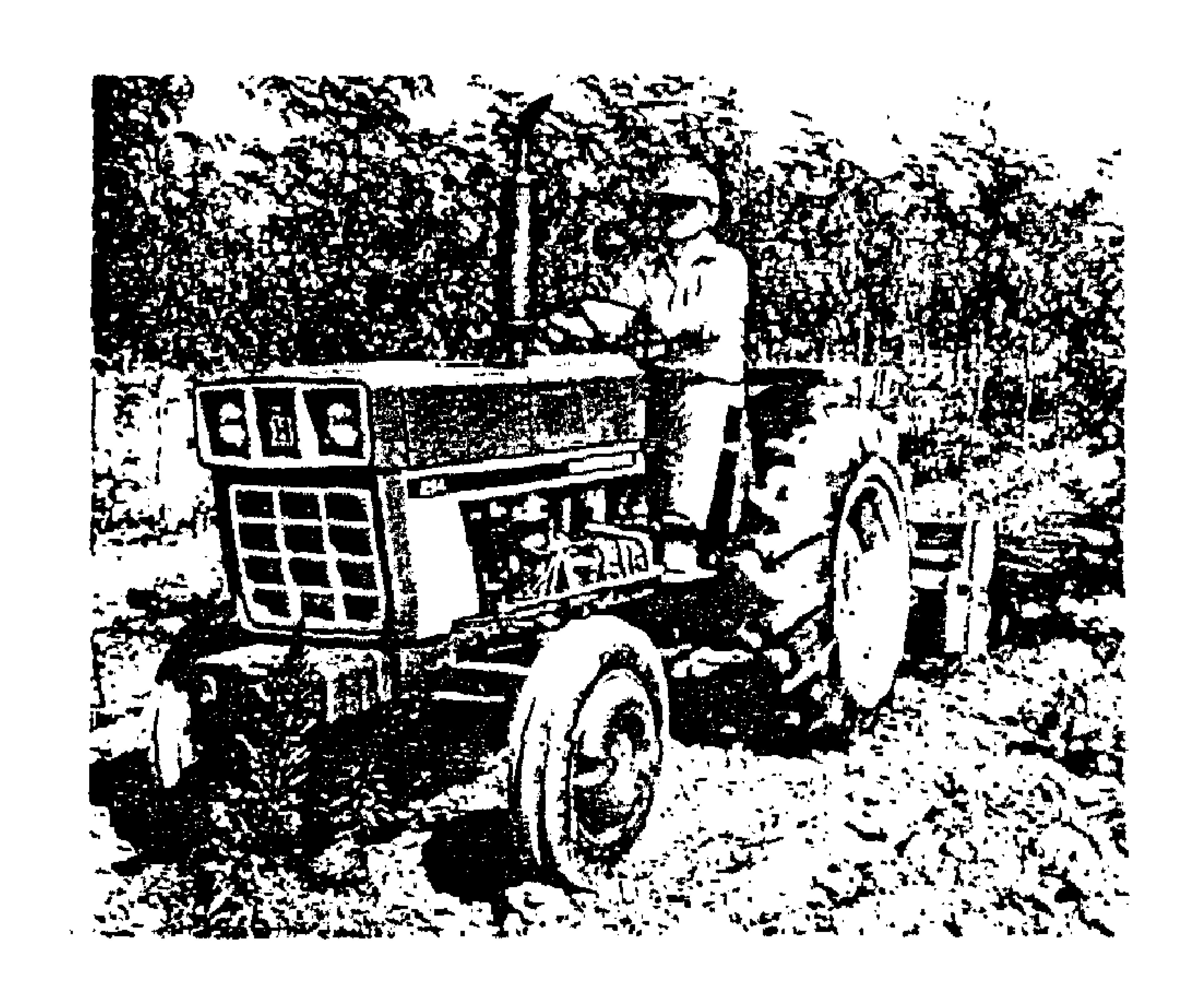
ب - جرار لخدمة المحاصيل فى صفوف A row-crop tractor

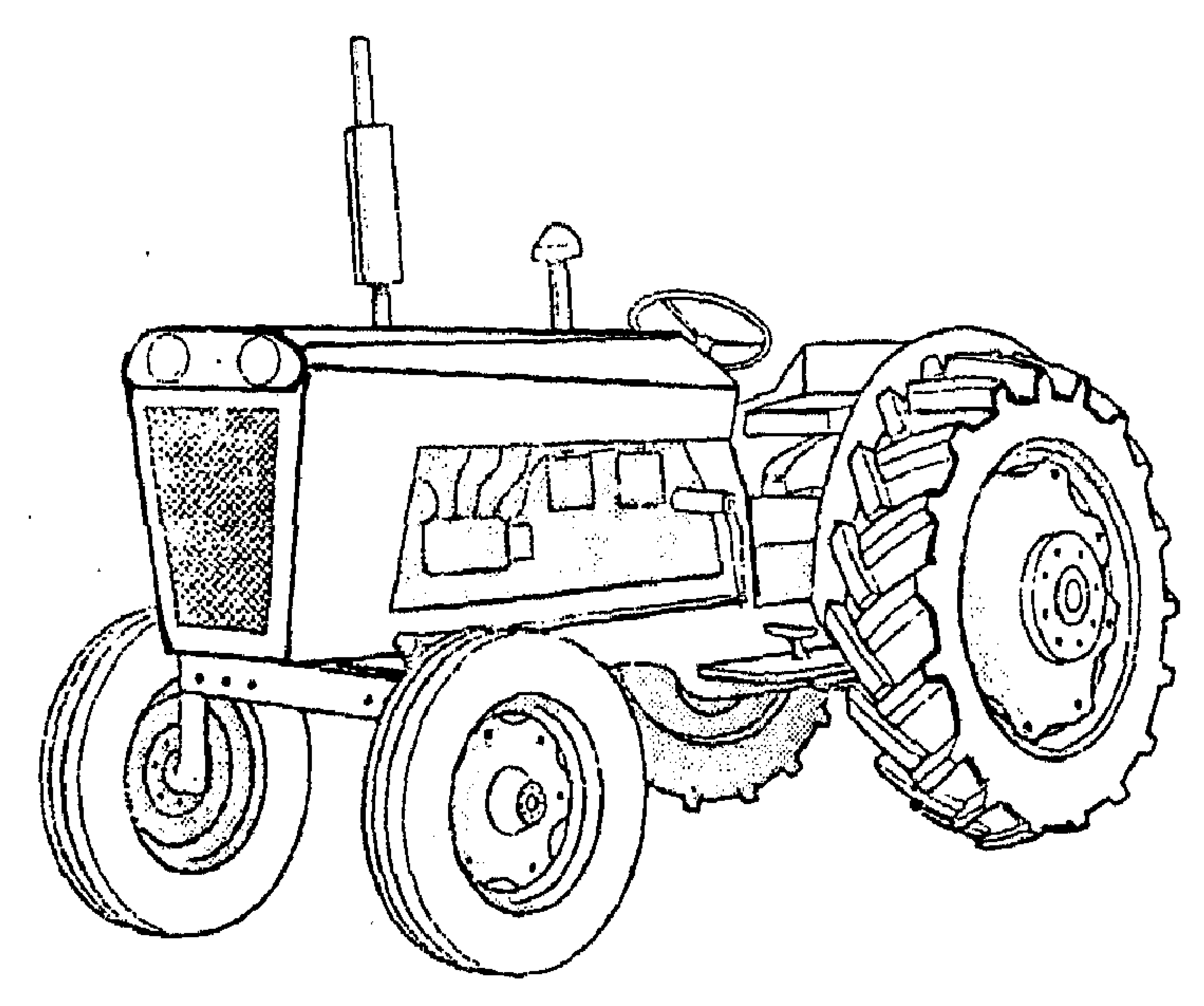
ويعرف بجرار الزراعة فى خطوط. ويوضح شكل (١-٣) نموذج لهذا النوع من الجرارات وهو أيضاً يقوم بجميع الأعمال فى المزرعة ويتميز بالآتى:-

- جسم الجرارمرتفع عن الأرض (الخلوص الأرضى) بمسافة تتراوح ما بين٦٠٠-٨٠٠ مم. حتى لا يحدث أضرار للنباتات عند استخدامه فى عمليات العزيق.
- مهيأ للتعامل على المسافات المختلفة بين الصفوف أى إمكانية تغيير المسافة بين العجلتين الأماميتين حتى تناسب المسافة بين الخطوط
- سهولة وقصر الدوران (منحنى الدوران صغير).
- مريح وسهل القيادة ويمكنه الدوران سريعاً فى ملفات صغيرة.

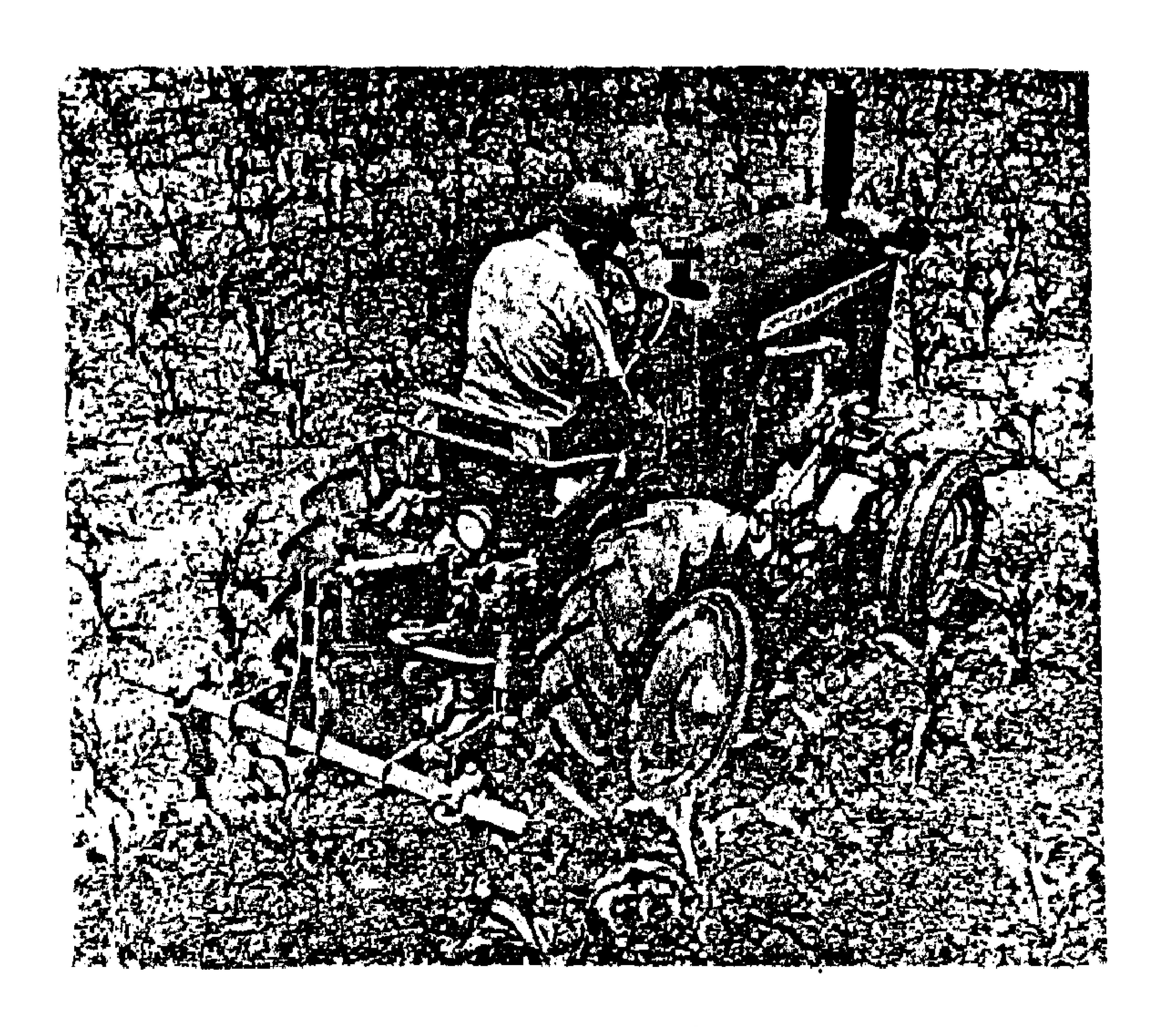


Classification of farm tractors شكل (١-١): تقسيم الجرارات الزراعية





شكل (١-٢): نماذج من جرارات الأستخدام العام (الجرار الحقلى)





شكل (١-٣): نماذج من جرارات خدمة المحاصيل فى صفوف

- سرعة وسهولة فى فك وتعليق الآلات الحقلية.
- أن يكون مقعد السائق مجهزاً بحيث يمكنــه رؤيــة جوانب الجرار الأماميـة والأجزاء الخلفية بسهولة.
- تشمل على عمود الإدارة الخلفى PTO .

وهذه الجرارات يتم تصنيعها بأنواع وأحجام مختلفة لتلائم أنواع المحاصيل وأنواع الحقول وأحجامها.

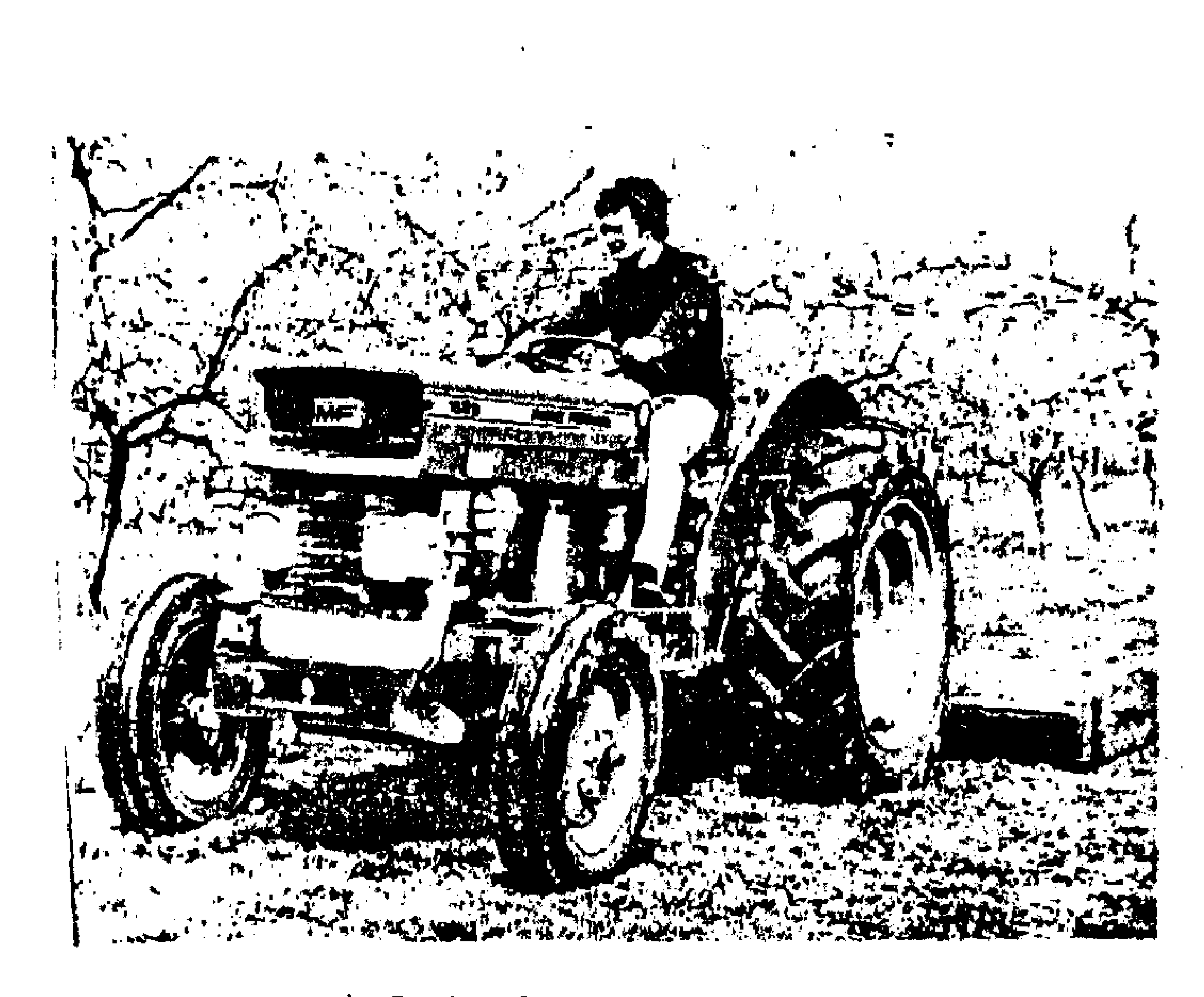
جـ - جرار للإستخدامات الخاصة:

وهو تعديل للجرارات الخاصة المستخدمة لخدمة المحاصيل فى صفوف مع إستخدامها فى أعمال مختلفة فيها:

- جرار البساتين Orchard tractors

يوضح شكل (٤-١) نموذج لجرار البساتين وهو جرار صغير أو متوسط الحجم. ويتميز بالآتى:-

- يمكنه التعامل مع الأشجار (الدوران حولها)، تكون المسافة بين العجل ضيقة وإرتفاع جسم الجرار عن الأرض منخفض وأن يكون ماسورة العادم إلى أسفل وذلك منعاً لتعرضها للتصادم بفروع الأشجار ولتلف الثمار بدخان العادم.
- الأجزاء العاملة مغطاة ولا يوجد أجزاء بارزة لتفادى أى تلف ينتج من اصطدامها بفروع الأشجار.
- مقعد السائق منخفضاً.
- صمم على أن يكون حمولة النقل قريب من سطح الأرض وهذا يزيد من الإتزان والأمان. وكذلك أن قضيب الشد يكون من النوع المتأرجح.
- قدرة محركه من ٨- ١٥ كيلووات.



Orchard tractor

شكل (١-٤): نماذج من جرارات البساتين

- جرار الحدائق Garden tractor

جرار الحدائق يعرف فى بعض الأحيان بجرار حقول الخضر وهو أصغر الجرارات حجماً وقدرة والغرض منه كما يدل عليه أسمه هو القيام بأعمال الخدمة فى أراضى الخضر وفى حديقة المنزل وفى العمليات الزراعية الخفيفة فى المساحات الصغيرة من ٥-١٠ افدنة على الأكثر، وتستعمل أساساً لعمليات العزيق والحش وأحيانا لجر محاريث صغيرة وتصل قدرته حتى ١٠ كيلووات. ويمكن تقسيمها الى نوعين كما يوضح شكل(١-٥).

- جرارات الخضر ذات الحجم الصغير: (العزاقات الذاتية الحركة):

وهو جرار ذو محرك قدرته تتراوح بين ٢-٥ كيلووات. وهيكل الجرار والمحرك مركب على عجلتين من الكاوتش، وتتصل الآلات الزراعية به مباشرة مثل العزاقة والمحراث. وهذا الجرار يسير السائق خلفه، ويمكن التحكم فى توجيهه عن طريق ذراعين وأما الدبرياج وأجهزة التحكم فى تشغيل المحرك فمتصله أيضاً بهذين الذراعين.

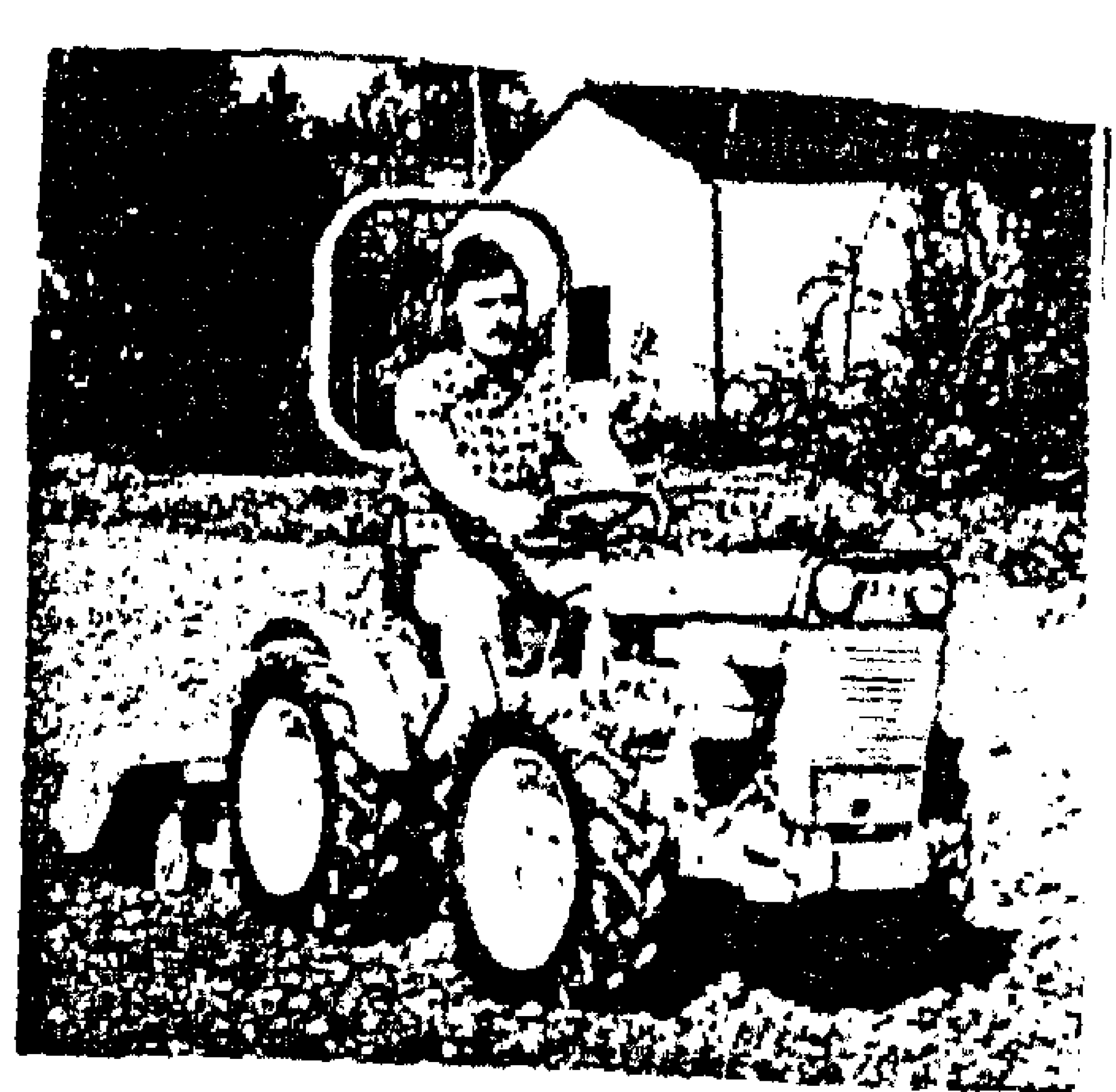
- جرار الخضر ذو الحجم الكبير:

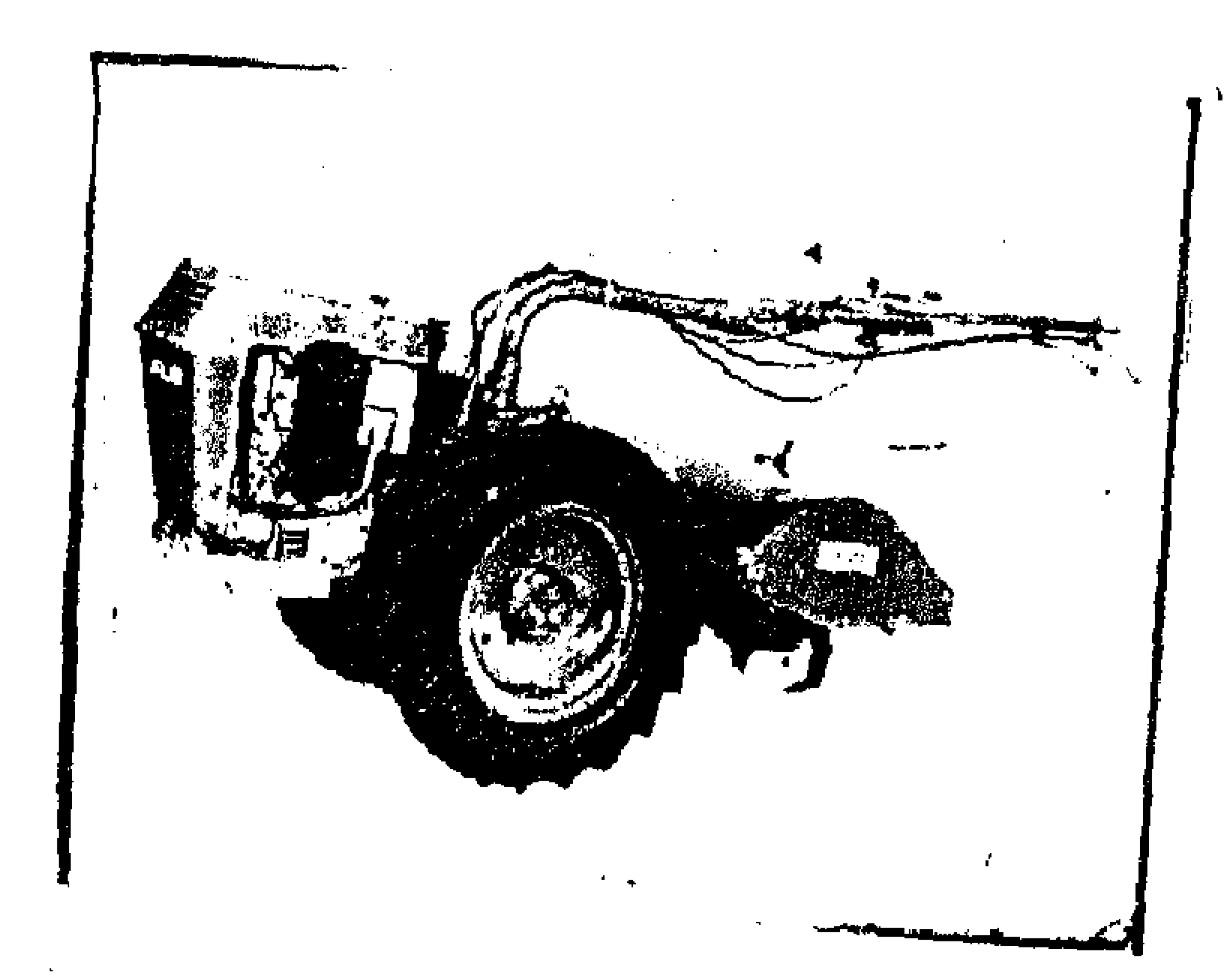
وهو جرار يتراوح قدرته من ٤-١٠ كيلووات ومحركه عادة من أسطوانتين ويمكن أستخدامه فى عملية الحرث وهذا النوع بخلاف النوع السابق مزود بمقعد السائق ومن ثم يجعله مستريحاً ويوفر عليه مجهود السير وراء الجرار.

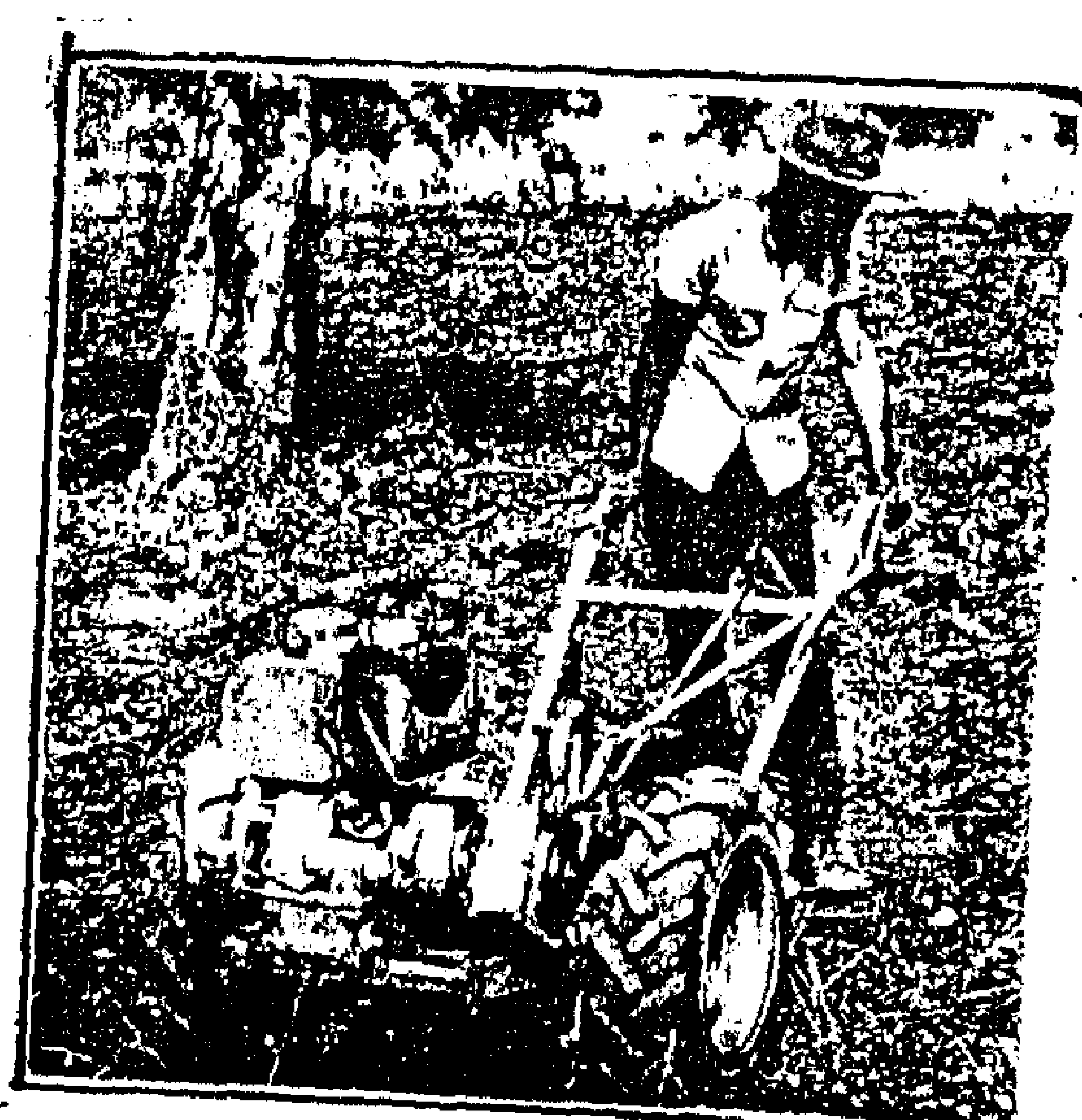
- الجرارات المستخدمة فى الصناعة Industria tractors

جرارات ذات أحجام وأنواع مختلفة تتناسب مع نوع الإستخدام سواء فى مصنع أو مطار أو غيرها لتقوم بعمليات خاصة مثل الرفع والحفر والتحميل والتعليق وغيرها.









شكل(١-٥): نماذج من جرارات الحدائق

(٢) تقسيم حسب التلامس مع الأرض:

أ- الجرارات ذات الكاتينة A Crawler Tractor :

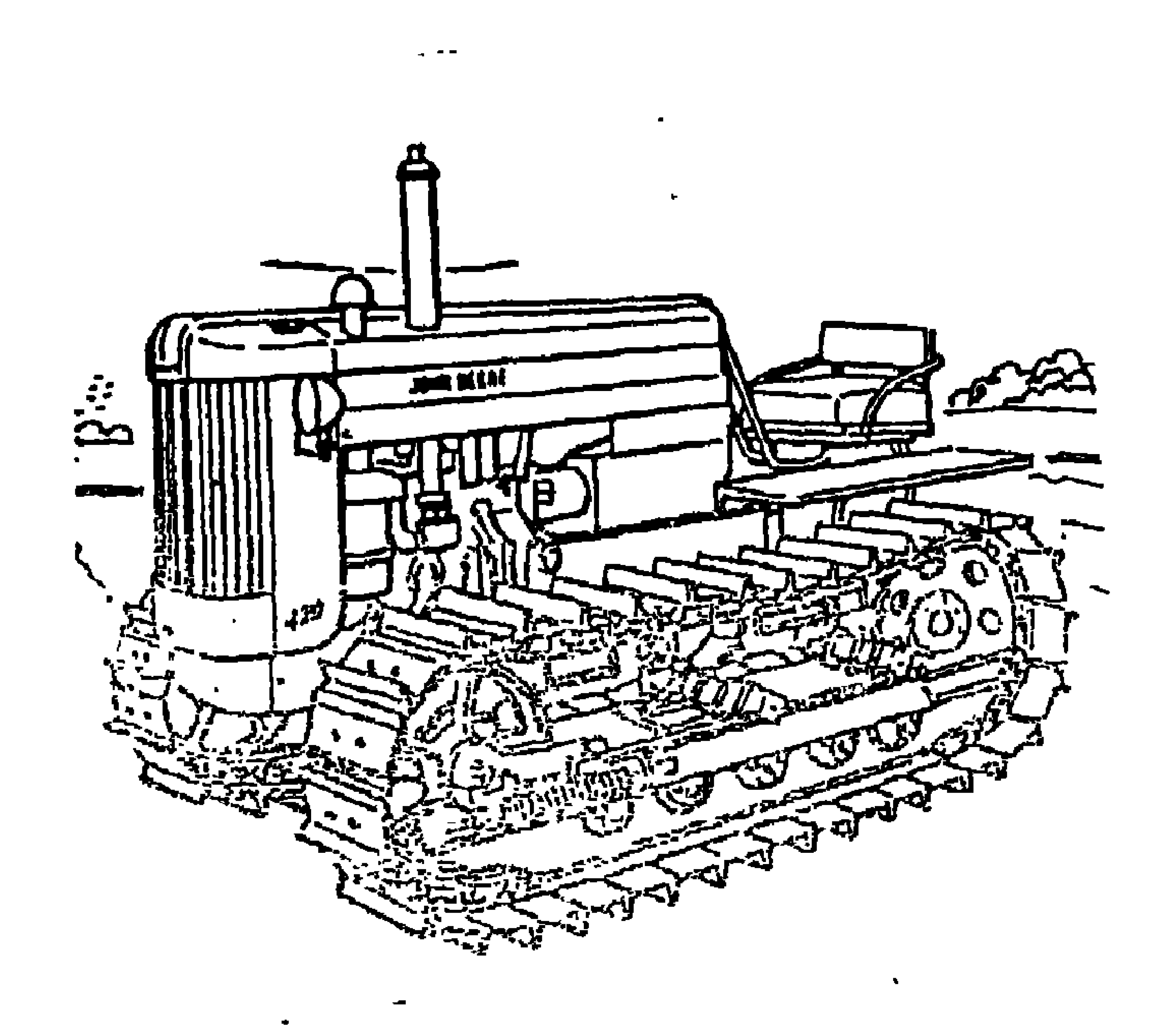
هى جرارات تحتوى على كتينتين ثقيلتين (شكل ١-٦) كل واحدة تدور على عجلتين معدنتين إحدى العجلتين مسننة وهى مصدر القوة والأخرى تعتبر كشدادة، و يتم التوجية عن طريق تخفيض سرعة إحدى الكتينتين عن الأخرى، ويفضل استخدامها مع الآلات التى تحتاج لقوة شد كبيرة حيث تستخدم غالبا فى:-

١- إخلاء وحراثة الأراضي.

٢- يستخدم فى عمليات الصيانة مثل بناء البرك وحفر قنوات الرى وغيرها.

٣-عمليات الحرث العميق.

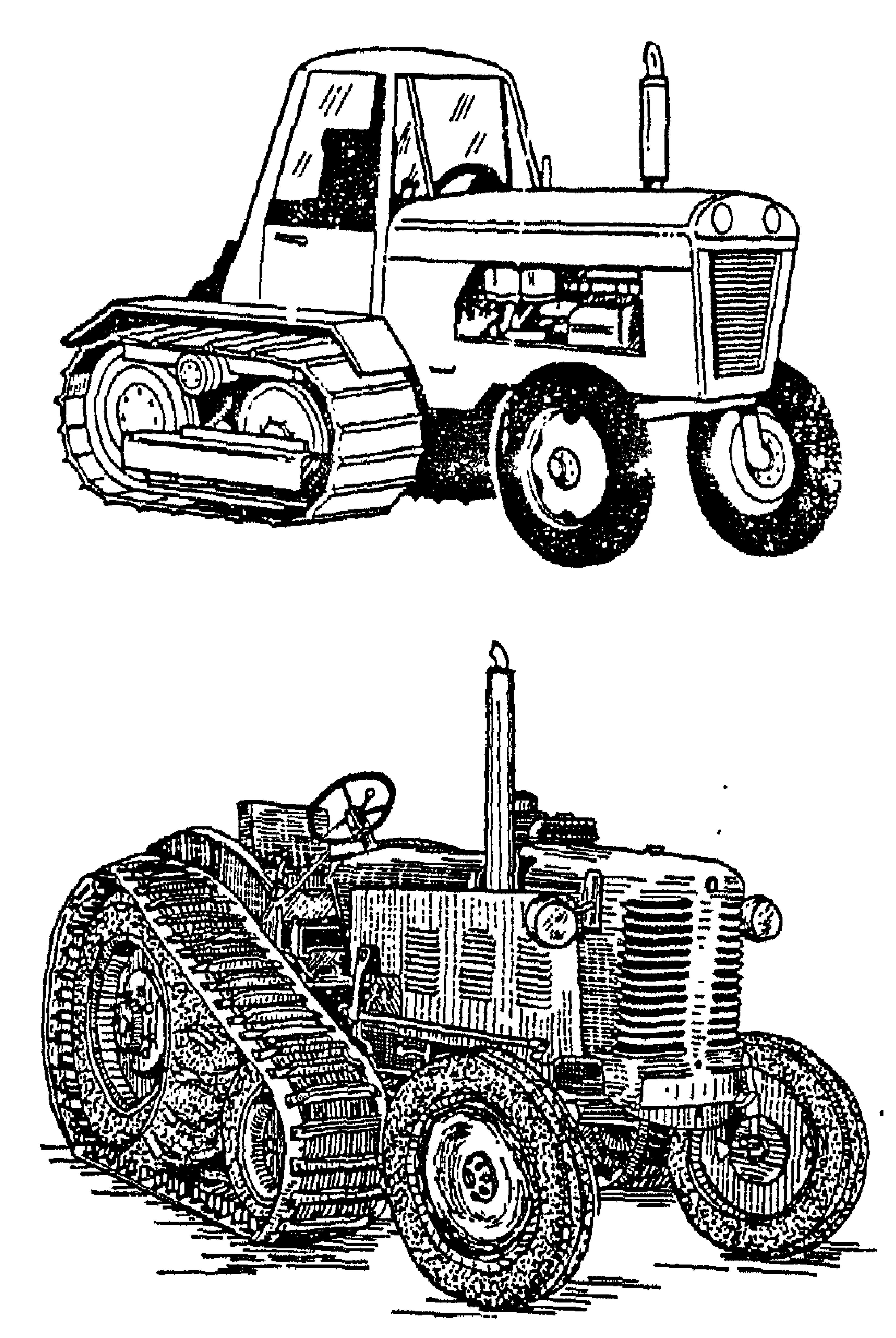
٤- العمل فى الأراضى الخفيفة والناعمة.



شكل (١-٦): نموذج من جرارات ذات الكاتينة

ب ـ الجرارات النصف كاتينة Half Track Tractors

هى مزيج من الجرارات العجل والجرارات الكاتينة فهى فى الجزء الأمامى تحتوى على عجل وفى الجزء الخلفى تحتوى على جنزير إحدى هذه الأنواع عبارة عن جرار عجل يتم تركيب طارة شدادة له ويركب الكاتينة على العجل الخلفية، ومميزات هذا النوع هو سهولة تركيب وخلع الكاتينة. ويوضح شكل(١-٧) أنواع الجرارات ذات النصف كاتينة.



شكل (١-٧): التصميمات المختلفة للجرارات نصف كاتينة

جـ ـ جرارات العجل Wheel Tractors

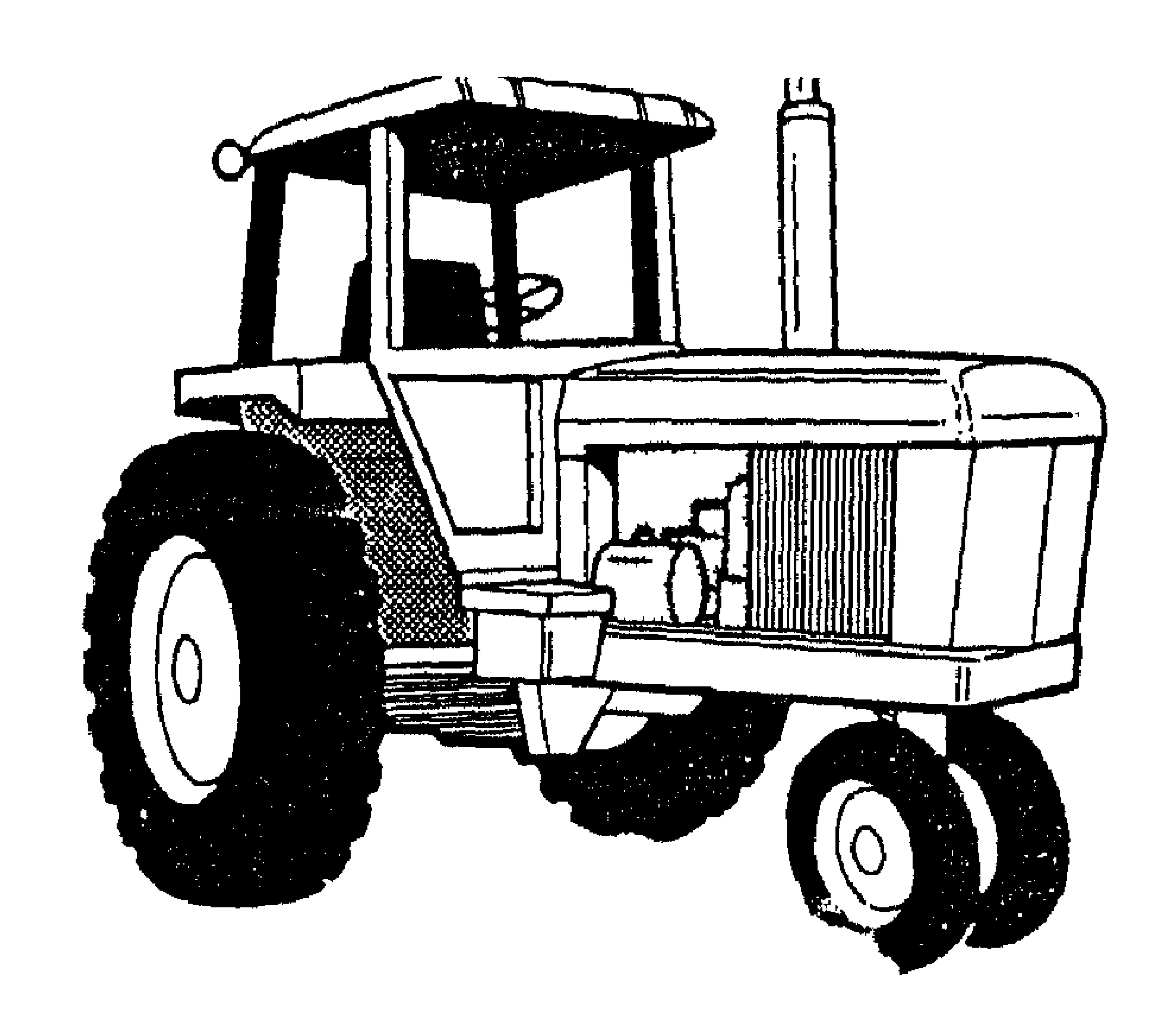
ويمكن تقسيمها حسب عدد عجلات الجرار وعدد العجلات الدفع كما يلى:-

أ ـ جرارات العجل (3 x 2) Tricycle Tractors

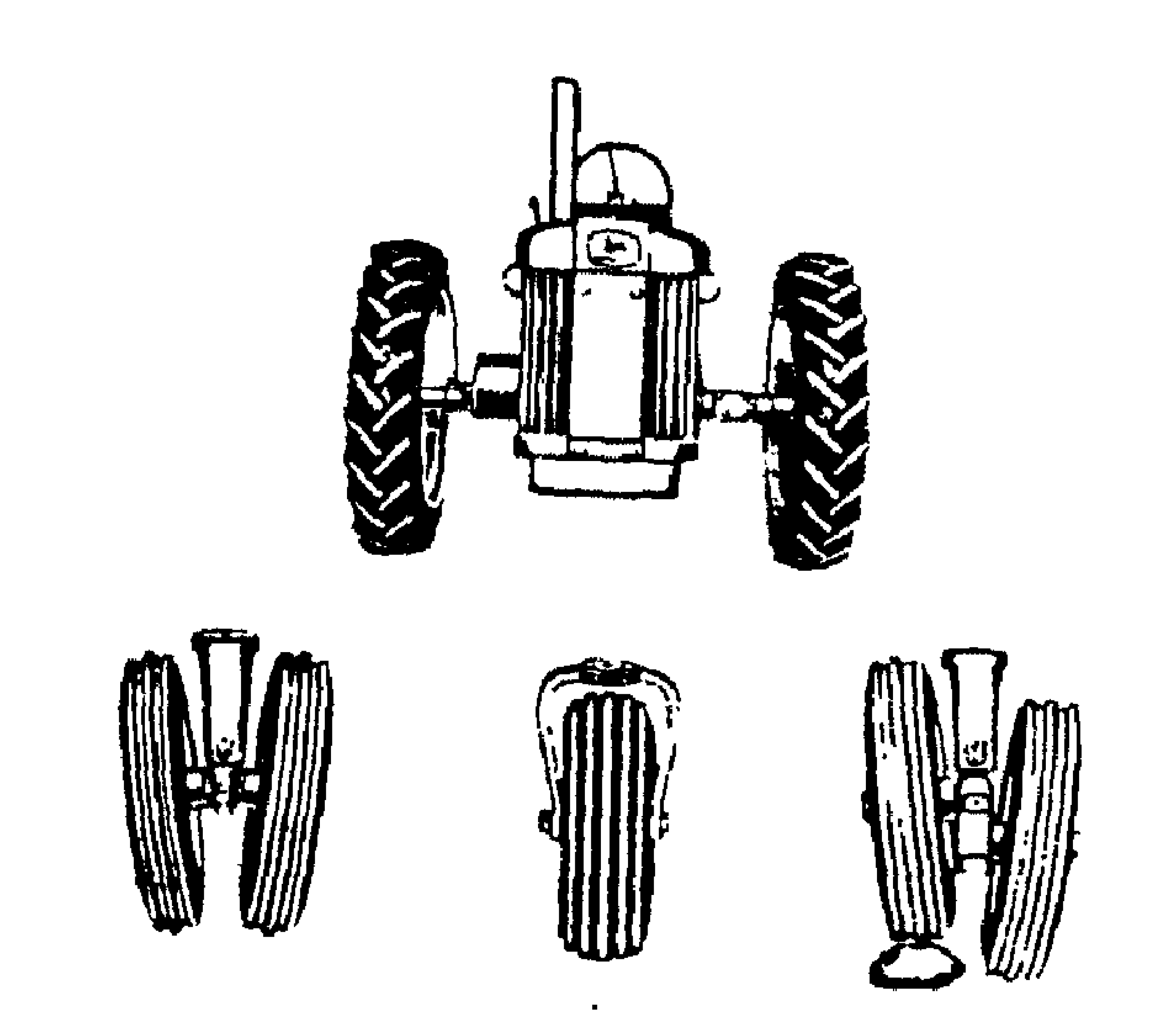
وفى هذا النوع من الجرارات تنتقل القدرة من المحرك الى المحور ثم الى عجلتى الجرار الخلفية واما العجلة الأمامية تستخدم فى التوجية فقط، وقد يتم التوجيه بواسطة عجلتين متصلتين معا بعامود قصير على محور ارتكاز العجلة (أو العجلتين) الأمامية مثبتة مباشرة تحت مقدمة الجرار (شكل ١-٨)، ويعيب هذا النوع من الجرارات بأنه غير مريح للسائق اثناء العمليات وأيضا غير متزن على الأرض، وذلك لأن العجلة الأمامية مثبته بمحور قصير تحت مقدمة الجرار حيث تتأثر مقدمة الجرار بأى إرتفاعات أو إنخفاضات لسطح الأرض تتعرض لها العجلة الأمامية، و إتزان الجرار ضعيف خاصة فى أثناء الدوران الحاد وعلى سرعة عالية، ويمكن زيادة الراحة أثناء العمليات فى هذا النوع من الجرارات وذلك عن طريق وضع عجلتين أماميتين بدلا من واحدة ففى حالة تحرك أحداهما لأعلى تنزل الأخرى نفس المسافة وبالتالى لا تتأثر مقدمة الجرار. ويوضح شكل(١-٩) المحور الأمامى للجرارات (2 x 3) .

بـ جرارات ثنائية الدفع (4 x 2) Two - Wheel Drive (2 WD)

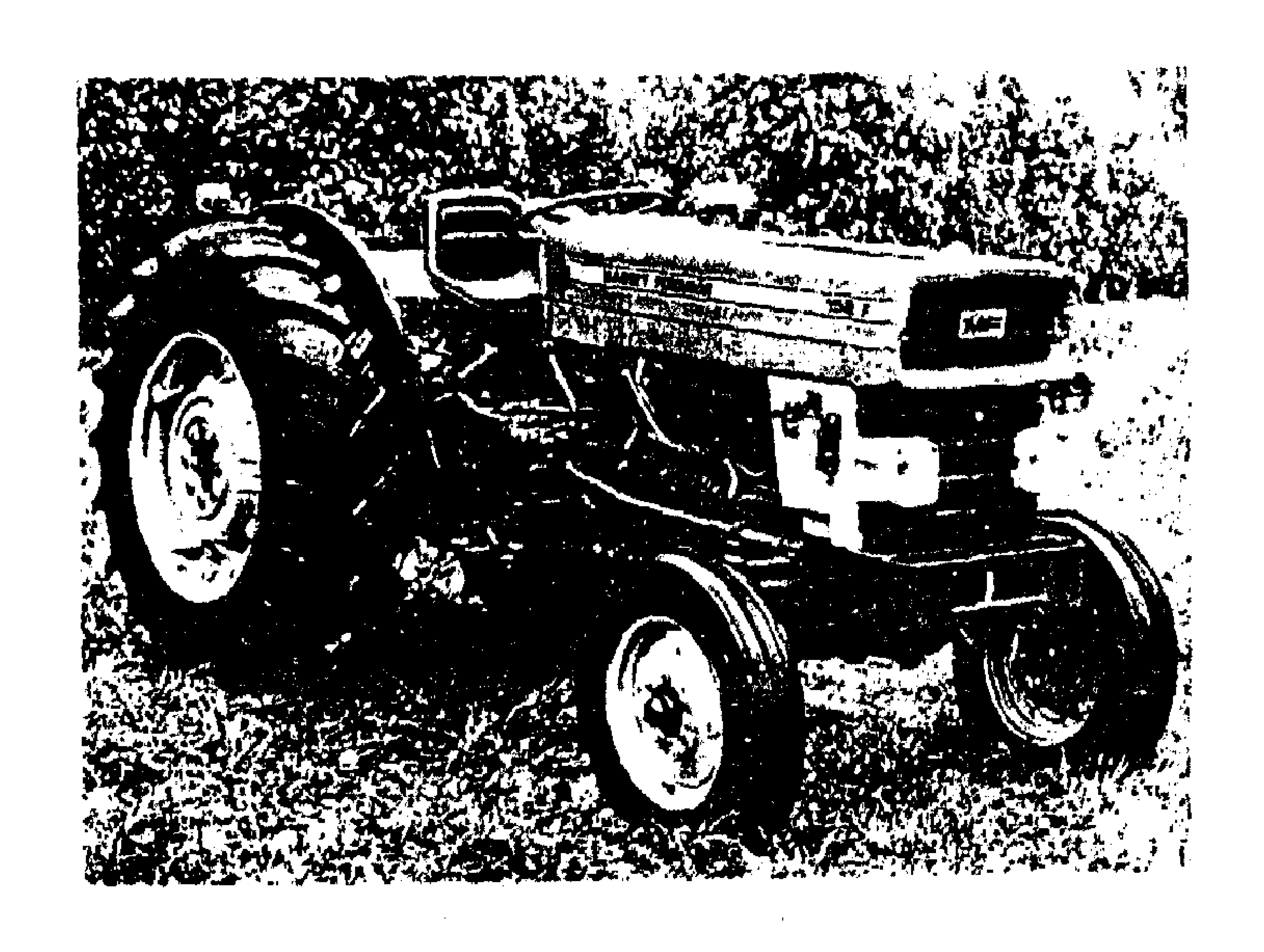
ويحتوى هذا النوع على أربعة عجلات وتصل القدرة الى عجلتين المحور الخلفى فقط، وتستخدم عجلتى المحور الأمامى للتوجية فقط وفى بعض التصميمات يمكن ضبط عرض محور العجل الأمامى للحصول على إتزان للجرارات التى تخدم المحاصيل المزروعة فى خطوط وذلك بمقارنة عرض المسافة بين العجلتين الأماميتين مع العجلتين الخلفيتين، وأيضا بالنسبة لهذا النوع من الجرارات يمكن ضبط إرتفاع الجرار وذلك عن طريق تغيير إرتفاع محور العجل الأمامى عن مركز العجل. ويوضح شكل(١-١٠) نموذج لجرار (2 x 4)



شكل (١-٨): نموذج من جرارات العجل (3 x 2)



شكل (١-٩): التصميمات المختلفة للمحور الأمامى للجرار (2 × 3)





شكل (١-١٠): نماذج من جرارات ذات عجل (2 x 4)

جـ جرارات رباعية الدفع (4 x 4) (Four - Wheel Drive (FWD

فى الجرارات السابقة تكون القدرة منقولة من المحرك إلى العجلتين الخلفيتين فقط. أما الجرارات رباعية الدفع يتم فيها توزيع القدرة بين المحورين الخلفى والأمامى ويوجد منه نوعين الأول يعرف باحتواءه على عجلتى دفع مساعدتين Four Wheel Auxiliary Drive حيث تكون العجلات الأمامية للتوجيه وأيضاً لمساعدة الدفع وهى أكبر حجماً من العجلات الأمامية فى الجرارات ثنائية الدفع وتشبه العجل الخلفى فى الشكل الخارجى ولكنها أصغر حجماً من العجلات الخلفية للجرار. ويوضح شكل (١-١١) نموذج لجرار (4 x4) بها عجلتين مساعدتين.

أما النوع الثانى فيعرف يتم توزيع القدرة بالتساوى على الأربع عجلات والأربع عجلات متساوية فى الحجم. و هذا النوع من الجرارات يوضحه شكل (١-١٢)

(٣) تقسيم الجرارات حسب القدرة على قضيب الشد

تقسم الجرارات وفقاً لأقصى قدرة مستمدة من قضيب الشد وذلك حسب تقسيم الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعين (ASAE) وفيها تنقسم الجرارات إلى عدة فئات كما هو مبين بجدول (١-١). وكل فئة متماثلة فى أبعاد نقط الشبك لتناسب نفس الفئة فى الآلات الزراعية.

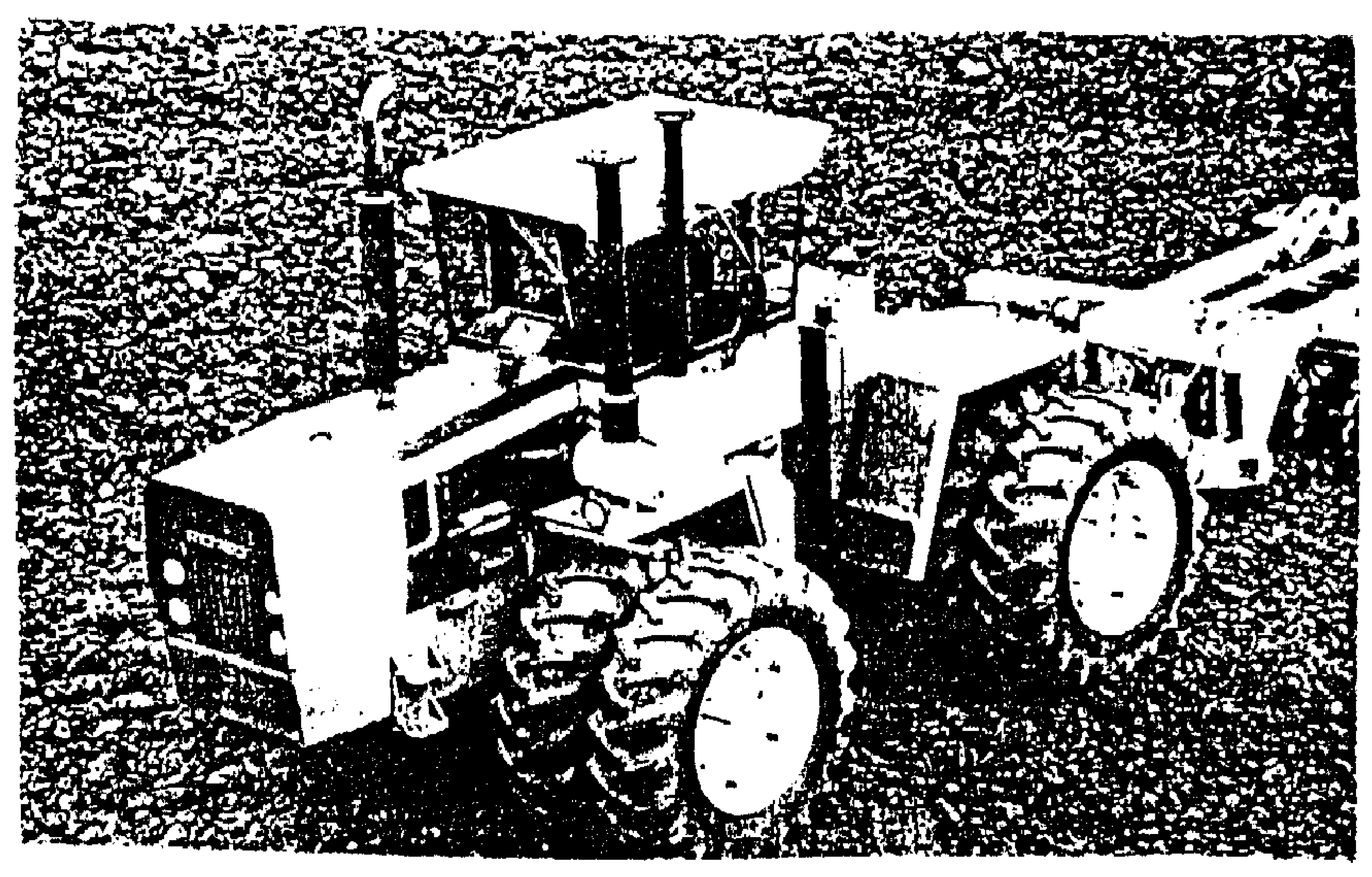
جدول (١-١) تقسيم الجرارات وفقاً للقدرة المستمدة من عمود الجر

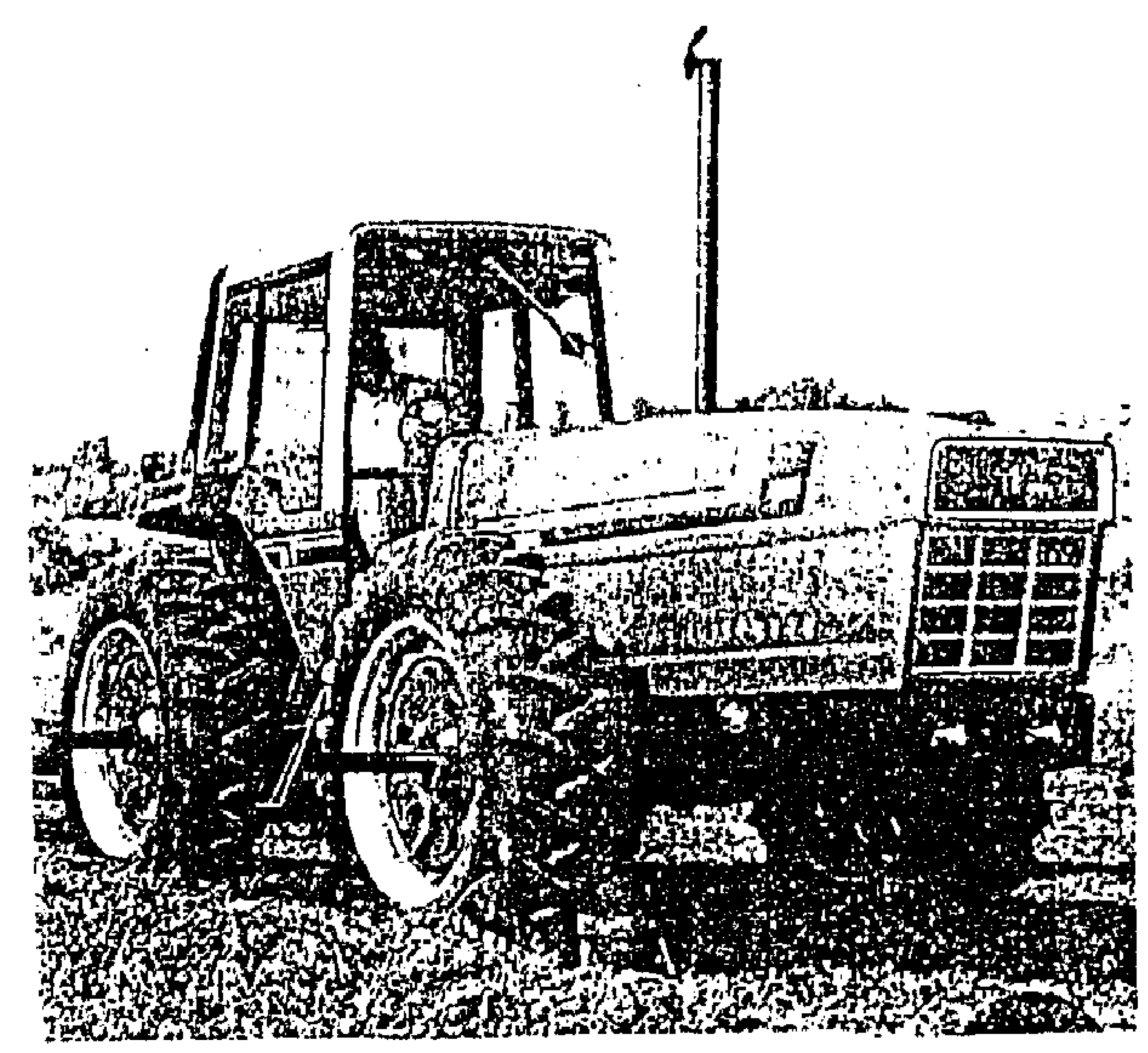
أقصى قدرة على قضيب الشد (كيلووات) Maximum Drawbar Power kW	الفئـة Category
< 15 kW	0
15 to 35 kW	I
30 to 75 kW	II
60 to 168 kW	III
135 to 300 kW	IV

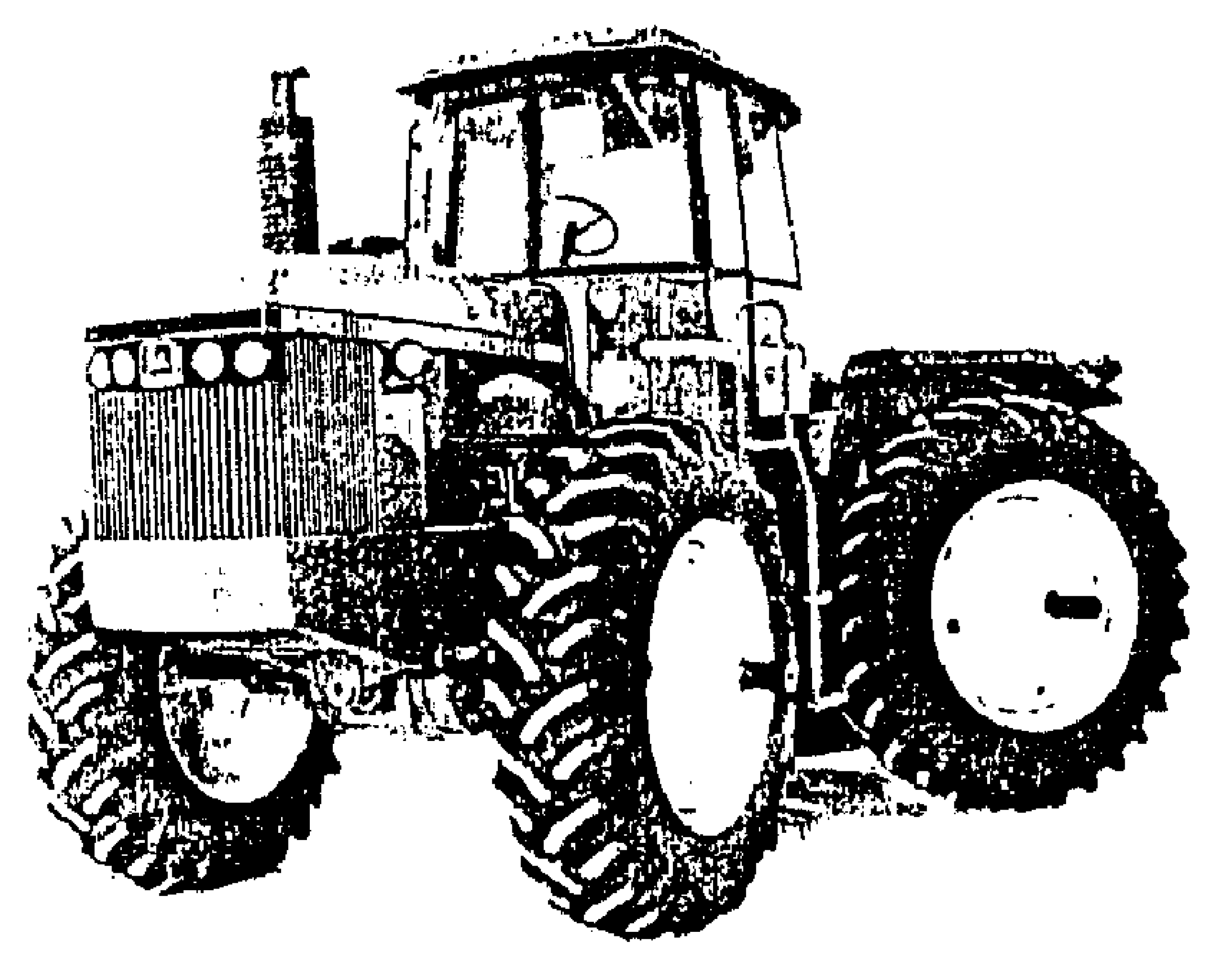




شكل (١-١١): نماذج من جرارات 4 x 4 بعجلتين دفع مساعدين







شكل(١-١٢): نماذج من جرارات 4 x 4 ذات اربع عجلات متساوية

١-٣- الأجزاء الرئيسية للجرار Main Component parts of Tractor

يبدو الجرار لأول نظرة كأداة معقدة التركيب مصنوعة من عدد لا حصر له من الأجزاء الدقيقة فى الصناعة والتصميم، ولكنه بالرغم من تعدد أنواعها من حيث مجال استعمالها وقدرة محركاتها، إلا أن صناعتها جميعا تقوم على نفس الأسس والنظريات، مع وجود اختلاف فى تفاصيل صناعة هذه الأجزاء تصميما أو حجما، وسنعطى الآن فكرة سريعة على الأجزاء الرئيسية المكونة للجرار، ويوضح شكل (١-١٣) مسقط جانبى للجرار الزراعى مبينا عليه الأجزاء الرئيسية للجرار،كما يوضح شكل (١-١٤) مسقط افقى للجرار الزراعى. وعموما يتكون الجرار من الأجزاء الرئيسية الآتية:-

أولا : المحرك The Engine

عادة ما يكون المحرك من محركات الاحتراق الداخلى Internal Combustion Engine وفى الغالب من محركات الديزل Diesel Engine أو محركات الغاز Gas Engine ونادرا ما يستخدم محرك بنزين. ويركب عادة فى الجزء الأمامى من الجرار، ووظيفة المحرك هى تحويل الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الوقود إلى طاقة ميكانيكية تتنقل إلى أجهزة نقل الحركة حتى تصل إلى محاور الدفع ثم جهاز التلامس مع الأرض فتسبب حركة الجرار أو تصل (كلها أو جزء منها) إلى عمود الإدارة Power Take Off أو إلى الجهاز الهيدروليكى Hydraulic system لتشغيل وإدارة آلة زراعية.

ثانيا : وحدة نقل الحركة والقدرة Power Transmission System

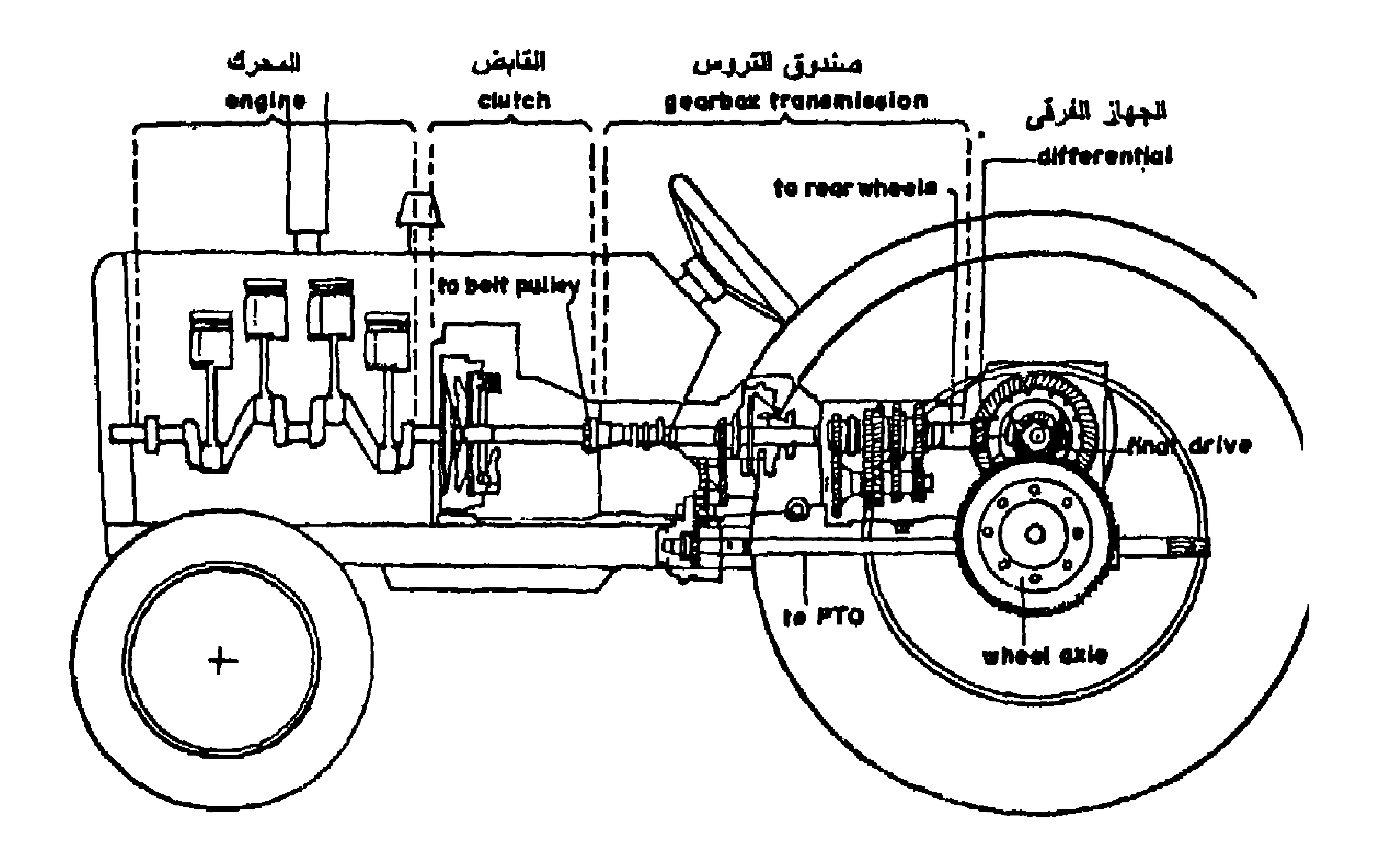
وهى مجموعة التروس والأعمدة والأجهزة التى تنقل الحركة من المحرك وتوصله إلى محاور الدفع وهى مكونة من:- القابض Clutch وصندوق تغيير السرعات Gear box والجهاز الفرقى Differential وجهاز النقل النهائى Final Drives

ومن المعروف أن الجرار يقوم بتشغيل الآلات الزراعية سواء عن طريق جرها أو دفعها أو إدارتها، لذلك تم تزويد الجرار بنوع آخر من أجهزة نقل الحركة أو ما يعرف بمصادر إستغلال القدرة في الجرار وهى- قضيب الشد Drawbar وطارة الإدارة Belt pulley وعمود الإدارة Power Take Off (PTO) والجهاز الهيدروليكى Hydraulicsystem .

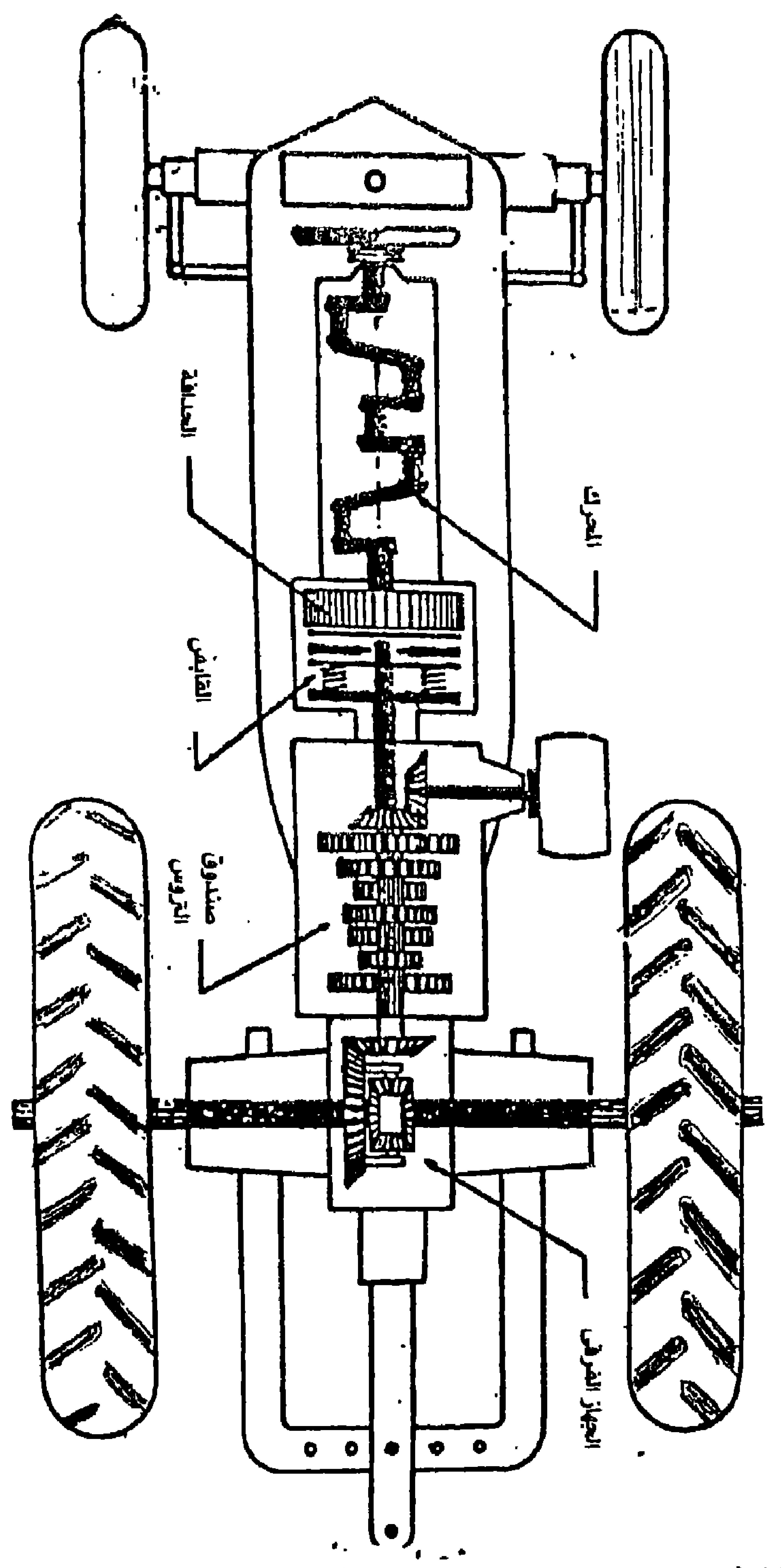
ثالثا : وحدة هيكل الجرار Chassis

ويركب على كل من المحرك وأجهزة نقل الحركة ويتكون من-:

- الهيكل وجهاز التلامس مع الأرض و جهاز القيادة والفرامل



شكل (١-١٣): مسقط جانبى لجرار مبيناً عليه أهم الأجزاء الرئيسية



شكل(١-١٤): مسقط افقى لجرار مبيناً عليه اهم الأجزاء الرئيسية

الباب الثانى

محـــرك الجرار

Tractor Engine

الباب الثانى

محـرك الجرار

Tractor Engine

٢-١- مقدمة :

يستعمل فى الجرارات الزراعيـة المحركـات الحراريـة ذات الاحـتراق الـداخلى وفى هذه المحركات يتم تحويل الطاقة الكيميائية المختزنة فى الوقـود عنـد احتراقـه مباشرة فى اسطوانات المحرك الى طاقة حرارية ثم تحويل الطاقة الحراريـة الناتجة الى طاقة ميكانيكية. وسوف نستعرض فى هذا الباب كل مع يتعلق بـأنواع واجـزاء المحرك ونظريات عمله.

٢-٢- تقـسيم محركات الاحتراق الداخلى

Classification of Internal Combustion Engine

يمكن تقسيم محركات الاحتراق الداخلى الى :

٢-٣-١- من حيث طريقة الاشتعال By The Ignition Method

أ- محركات الإشتعال بواسطة الشرارة Spark Ignition Engines

- المحرك البنزينى Benzene Engine

يستخدم فى هذه المحركات وقود سريع (البنزين) و يدخل هذا الوقـود فى اسطوانـة المحرك بعد تحويلـه الى رذاذ، و خلطـه بكميـة معينـة مـن الهـواء، ويـتم ذلك خارج اسـطوانة المحـرك فـى جهـاز خـاص يسمى المغـذى Carburetor ، وهـذا الجهاز يخلط الوقود بالهواء بنسب معينة يمكن التحكم فيها، و يتم الإشعال بواسـطة شرارة كهر بائية فى نهاية شوط الضغط.

- المحرك الغازى Gas Engine

الوقود المستخدم فى هذا المحرك هو الغاز الطبيعى أو الغاز الناتج من مولد غازى، ويستخدم المحرك الغازى خليطا من الغاز والهواء اللذان يضغطان سويا بعد خلطهما جيدا، وبعد حدوث الشرارة ينتشر اللهب داخل المخلوط وتتم عملية الاحتـــراق.

- المحرك المشترك بنزين أو غاز:

هو محرك مشترك يعمل باستخدام الوقود السائل (بنزين مثلاً) والوقود الغازي (الغاز الطبيعي) كلا على حدي. وهو محرك بنزيني في الأصل ويمكن تعديله ليعمل بالغاز كما هو الحال الآن في السيارات التي تعمل بالغاز الطبيعي بمصر حيث يعمل المحرك على وقود الغاز الطبيعي فقط وعند عدم توفير الغاز يتم تحويله لاستخدام وقود السائل (بنزين).

ب ـ محركات الاشتعال بالانضغاط Combustion Ignition Engines

ويتم الاشتعال بواسطة رفع ضغط الشحنة إلى درجة الاشتعال الذاتي للوقود و بعد ذلك يتم دفع الوقود إلى الهواء المضغوط الموجود داخل غرفة الاحتراق.

- محركات الديزل Diesel Engines

في هذه المحركات يسحب الهواء النقي ثم يحفظ تحت ضغط عالي فينتج عن ذلك ارتفاع كبير في درجة الحرارة، ويدفع الوقود الديزل حيث يختلط بالهواء المضغوط الموجود بها ، فيشتعل هذا الخليط تلقائيا نتيجة للحرارة العالية الناتجة عن الانضغاط، ويستخدم في هذه المحركات وقود السولار وهو أقل تطايرا من وقود محركات الإشعال بالشرارة.

- المحرك المختلط Gas-Diesel Engine

في هذا المحرك يستخدم غاز الميثان أو الغاز الطبيعي وهى غازات تحتمل نسبة انضغاط عالية و يصمم المحرك تماما كالمحرك الديزل العادي وتسحب غاز

وهواء يتم خلطهم وضغطهم ثم يحقن الديزل في الخليط المضغوط الساكن فيشتعل مخلوط الهواء والغاز.

٢-٣-٢- من حيث غرض الاستخدام

أ- محركات ثابتة Stationary هو محرك مثبت فى مكان ما وذلك لتشغيل وحدة توليد كهرباء ولإدارة طلمبة رى.

ب- محركات مركبة على السيارات و الجرارات و عربات النقل والسفن.

٢-٣-٣- من حيث خلط الشحنة By The Fuel-Air Mixing Method

أ- محركات خلط خارجى للشحنة Engines with External Mixing

ويتم فيها مزج الهواء مع الوقود خارج المحرك ومن أمثلة هذه المحركات محركات البنزين.

ب- محركات خلط داخلى للشحنة Engines with Internal Mixing

ويتم فيها دخول الهواء إلى المحرك ثم يحقن الوقود و يتم مزج الهواء مع الوقود في الداخل و من أمثلة هذه المحركات محركات الديزل.

٢-٣-٤- من حيث عدد الأشواط في الدورة الحرارية

أ- محركات رباعية الأشواط Four Stroke Engines

يتم فى هذه المحركات إتمام الدورة الحرارية فى أربعة أشواط.

ب- محركات ثنائية الأشواط Two Stroke Engines

يتم فى هذه المحركات إتمام الدورة الحرارية فى شوطين.

٢-٣-٥- من حيث عدد الاسطوانات

أ- محركات ذات اسطوانة واحدة Single Cylinder Engines

ب- محركات متعددة الاسطوانات Multi cylinder Engines

٢-٣-٦- من حيث ترتيب الاسطوانات

تعتبر طريقة ترتيب الاسطوانات واحدة من أكثر الطـرق شيوعا لتصنيف المحركـات الترددية.

أ- المحركات المستقيمة In-Line Engines

المحرك المستقيم عبارة عن محرك يحتوى على صف واحد مـن الأسـطوانات، او بتعبير آخر هو المحـرك الـذي ترتـب فيـه الأسـطوانات بصـورة خطيـة ويـتم نقـل القدرة من هذه الأسطوانات إلى عمود مرفقي واحد ، وينتشر استعمال هذا النوع مـن المحركـات في السيارات ، وتعتبر المحركـات ذات أربعـة أسـطوانات والمحركـات ذات ست أسطوانات المرتبة خطيا من النوع الشائع لهذه المحركات شكل (٢-١).

ب- المحركات على هيئة حرف V V-Type Engines

في هذا النـوع مـن المحركـات يـتم ترتيـب الأسـطوانات في صـفين علـى عمـود مرفقـي واحـد بينهمـا زاويـة مقـدارها ٩٠° ، و ينتشـر هـذا النـوع في محركـات المركبـات الكبـيرة و التي يلزمها محرك متعدد الأسطوانات في حيز ضيق.

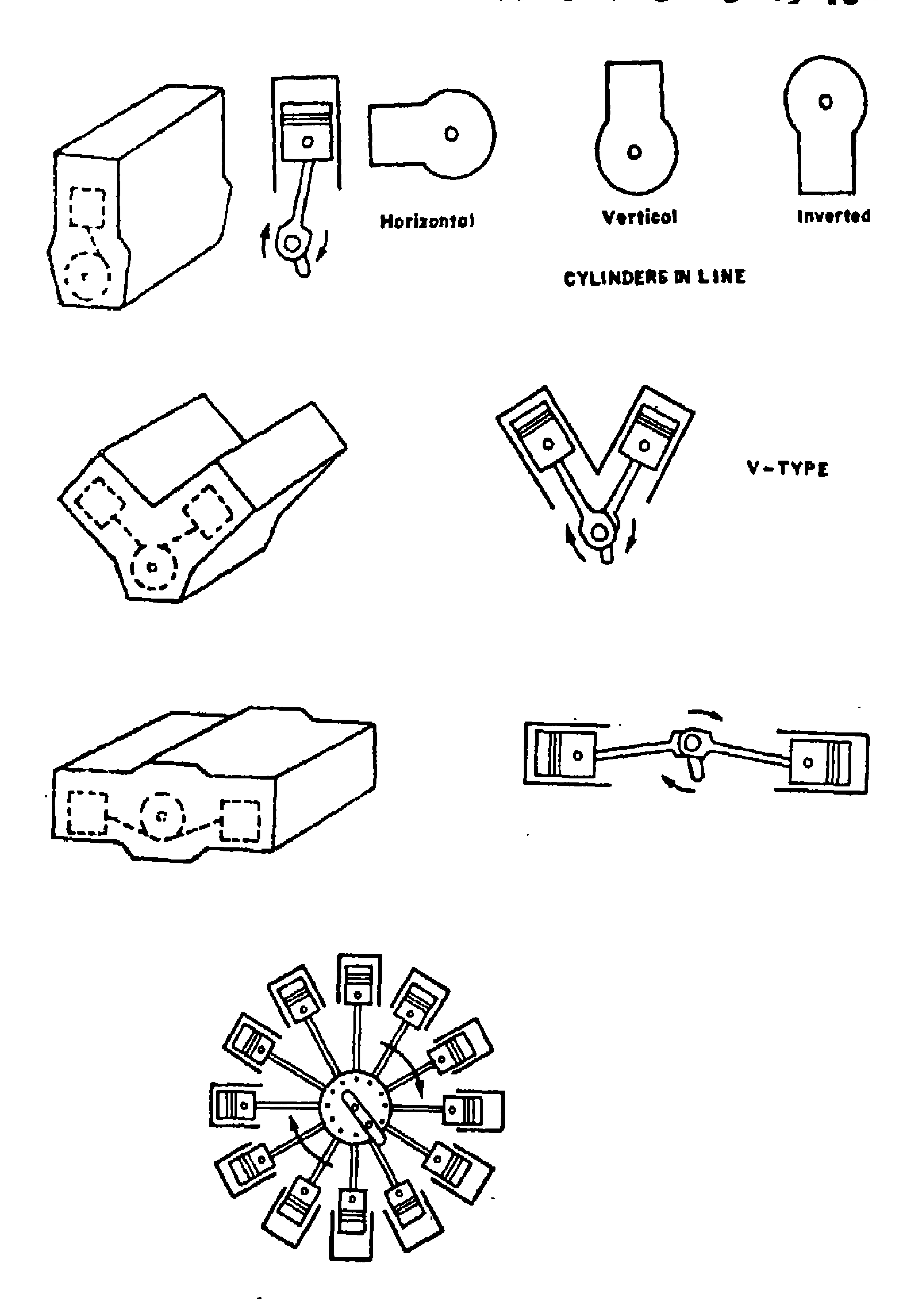
جـ- محرك متضاد الأسطوانات Opposed-Engines

يتكون هـذا المحـرك مـن مجمـوعتين مـن الأسـطوانات موضـوعة فـى مسـتوى واحد على جانبي العمود المرفق وبتعبير آخر يمكـن اعتبـار هـذا المحـرك مجمـوعتين من الأسطوانات المرتبـة بصـورة مسـتقيمة بينهمـا زاويـة مقـدارها ١٨٠° ويمتـاز هـذا المحرك بإتزانه وكذلك باحتوائه على عمود مرفقي واحد ويسـتخدم هـذا النـوع مـن المحركات في الطائرات وفى بعض السيارات الصغيرة.

د- المحرك الدائري Radial Engines

يحتوى هـذا النـوع مـن المحركـات على أكثـر مـن اسـطوانتين في صـف واحـد موزعة بصورة منتظمة حول العمود المرفقى، ويستخدم هذا النـوع مـن المحركـات في الطائرات التي تبرد بواسطة الهواء، وفى هذا المحرك تكـون كتـل المحرك فيمـا بينهـا

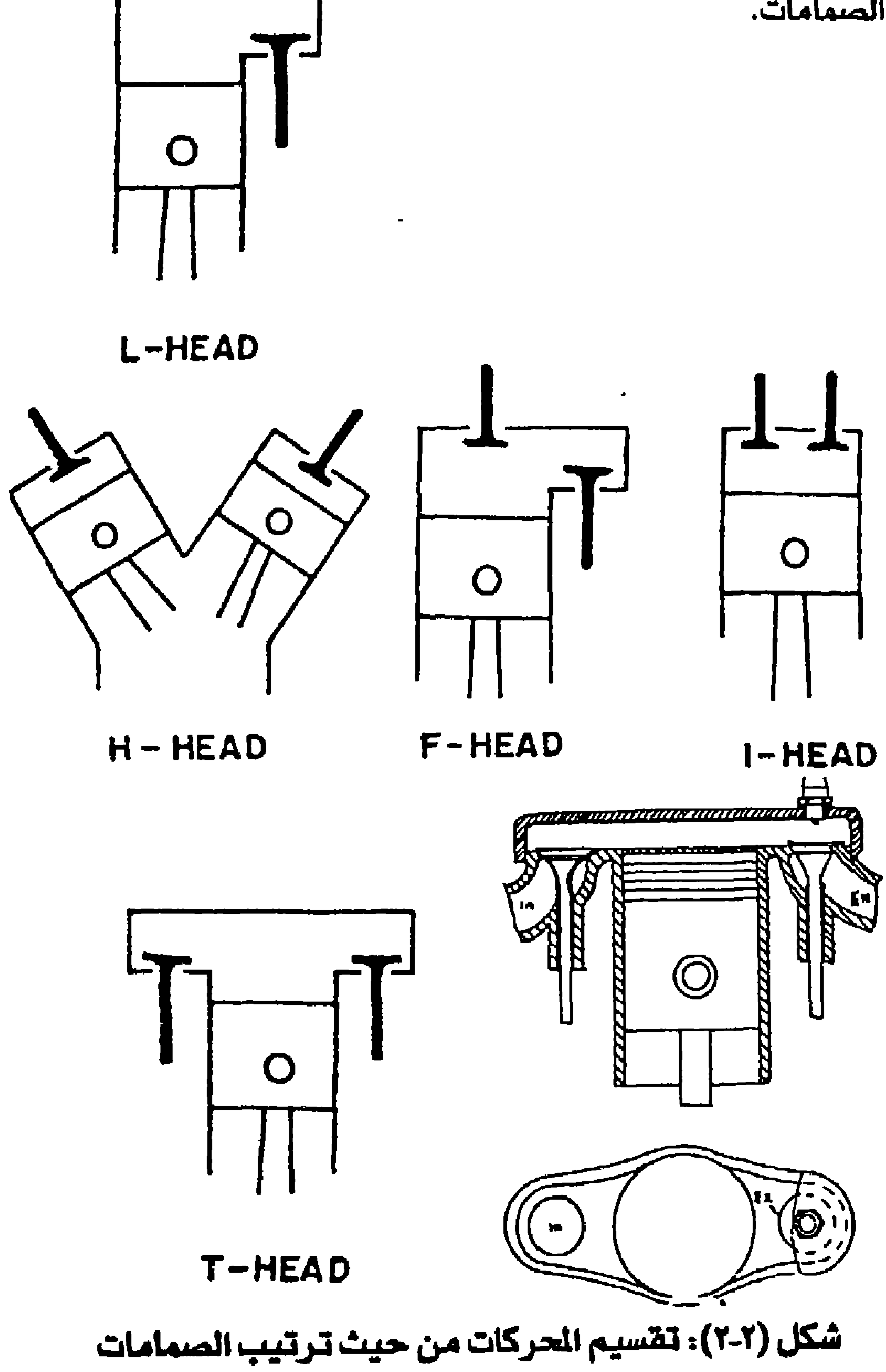
دائـــرة و تتوقف الزاوية بين كتل المحرك على عدد الكتل، فعلى سبيل المثال إذا كان يحتوى على خمس كتل تكون الزاوية (٣٦٠° ÷ ٥ = ٧٢°).



شكل (٢-١): تقسيم المحركات من حيث ترتيب الأسطوانات

٢-٣-٧- من حيث ترتيب الصمامات Valves Arrangement

يمكن تقسيم المحركات أيضا طبقا لوضع وترتيب صمامات السحب والعادم، وهذا يعتمد على وضع الصمام فى كتل المحرك او في راس الأسطوانات Cylinder Head ، ويرمز للأوضاع المختلفة للصمامات بالحروف H,F,I,T,L وهى أوضاع شائعة فى المحركات ويوضح شكل (٢-٣) تقسيمات المحركات من حيث ترتيب الصمامات.



شكل (٢-٢): تقسيم المحركات من حيث ترتيب الصمامات

٢-٣-٨ طبقا لطريقة التبريد

ويمكن تقسيم المحركات طبقا لطريقة التبريد وبصفة رئيسية يوجد نوعين من التبريد:-

أ- محركات التبريد بالهواء Air Cooled Engines

وفيه يمكن تبريد المحرك بواسطة مرور تيار من الهواء مباشرة على اسطوانات المحرك ، وتستخدم هذه الطريقة مع المحركات الصغيرة.

ب- محركات التبريد بالسوائل Liquid Cooled Engines

ويستخدم مع المحركات ذات القدرة الكبيرة وفيه يتم سحب الحرارة بطريقة غير مباشرة عن طريق دورة تبريد باستخدام سائل ما وفى الغالب يكون المياه.

٢-٣- الأجزاء الرئيسية للمحرك Engine Parts

تتكون محركات الاحتراق الداخلي مهما اختلفت تصميماتها من الأجزاء الآتية :

أ- الأجزاء الثابتة في المحرك وتشمل :

- كتلة الأسطوانات Cylinders Block
- راس الأسطوانات Cylinders Head
- علبة المرفق (علبة الكارتير) Crank Case
- الكراسى الرئيسية (المحاور) Bearing

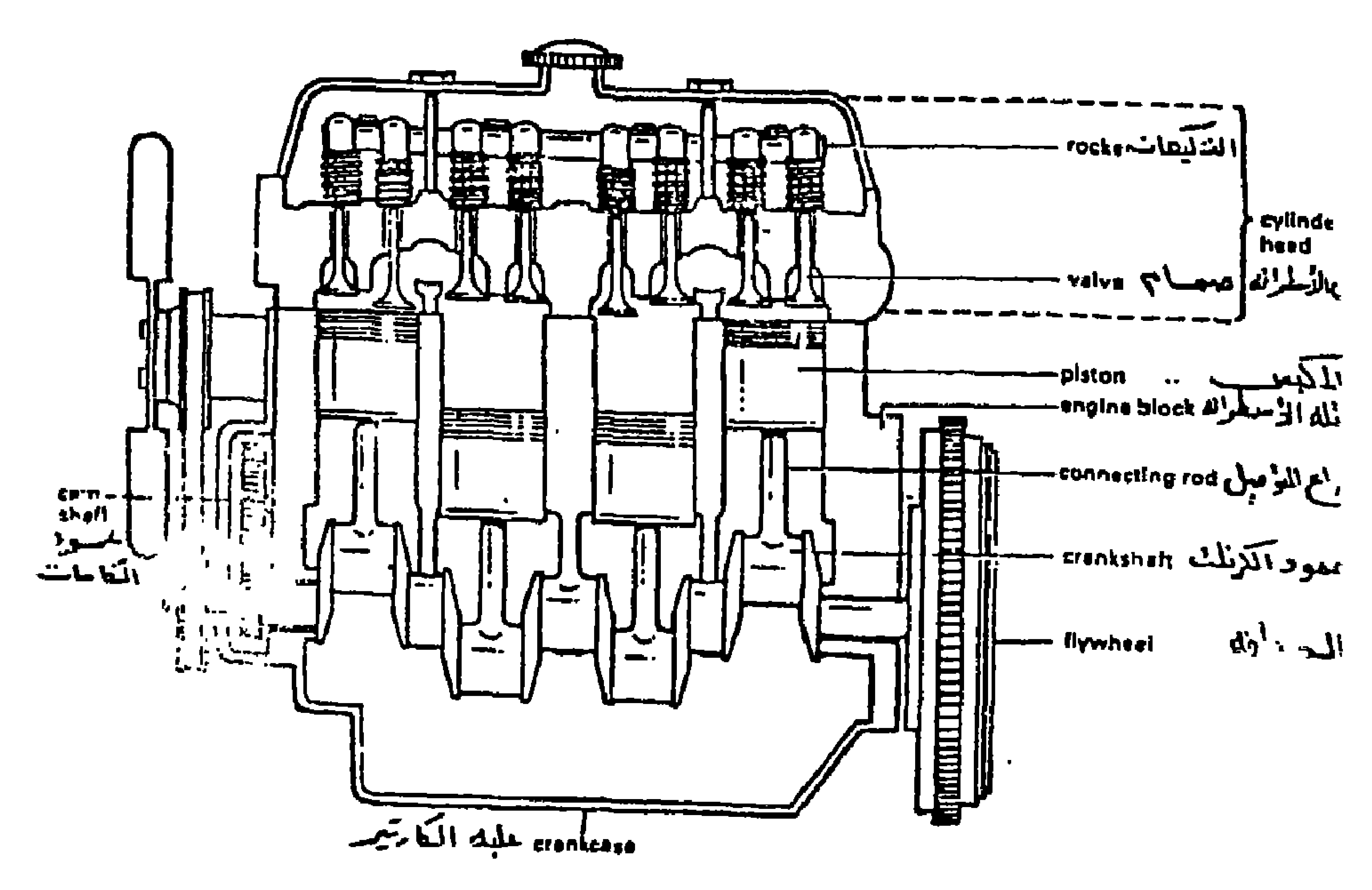
ب- الأجزاء المتحركة وتسمى المجموعة المرفقية وتشمل:

- عمود المرفق (الكرنك) Crank Shaft
- المكبس Piston
- الشنابر Rings
- ذراع التوصيل Connecting Rod
- الحدافة Flywheel

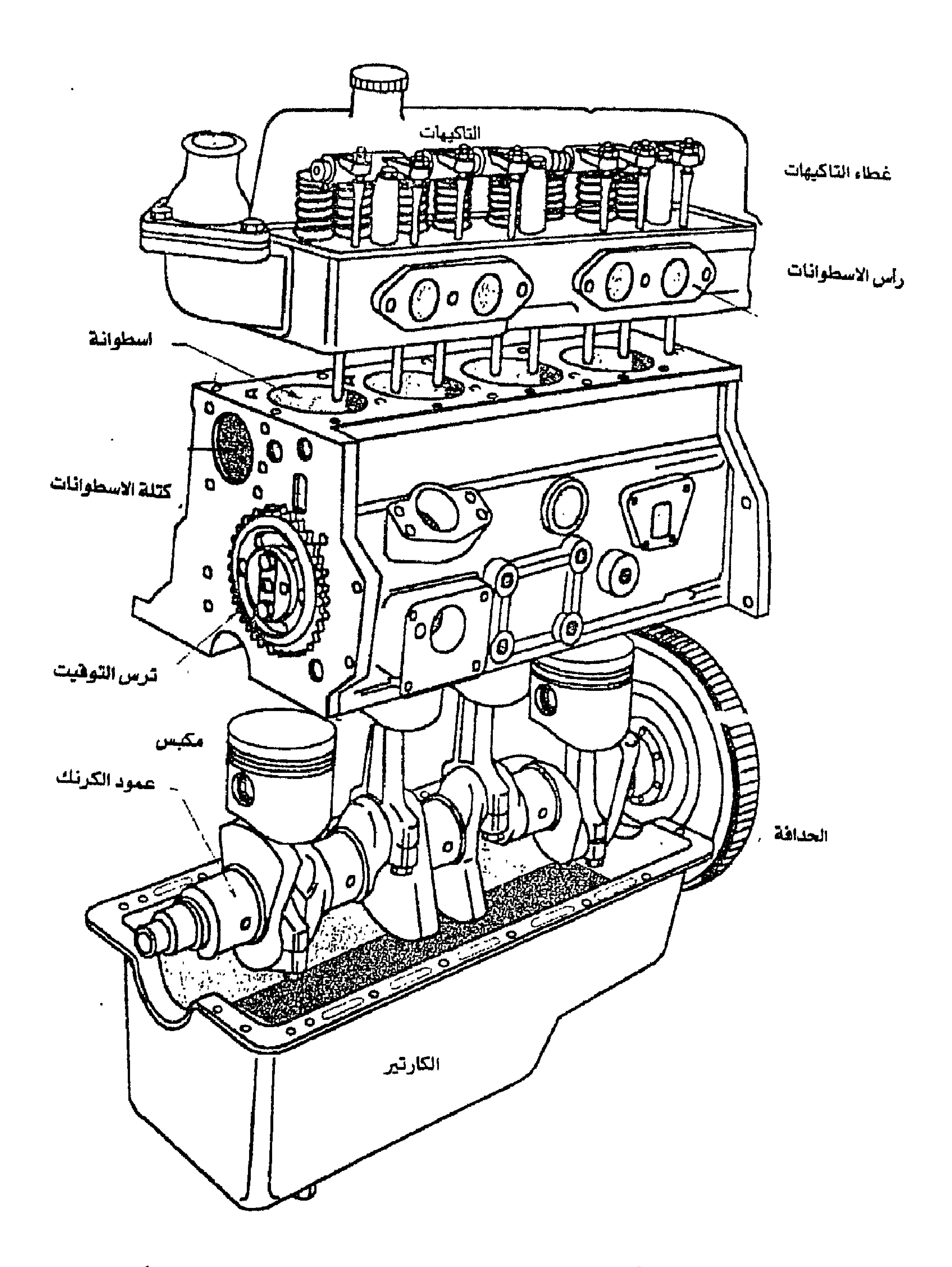
جـ- مجموعة توقيت فتح وغلق الصمامات و تشمل:

- عمود الكامات Camshaft
- الصمامات Valves
- التاكيهات Rockers
- عمود التاكيهات Rocker Arm

وتوضح الأشكال (٢-٣ & ٢-٤) رسوم توضيحية لمحرك مبيناً عليها الأجزاء الرئيسية.



شكل (٢-٣): قطاع لمحرك أحتراق داخلى رباعى الأسطوانات



شكل (٢-٤): الأجزاء الرئيسية لمحرك احتراق داخلى رباعى الأسطوانات

٢-١-٢- الأجزاء الثابتة فى المحرك:

أ- كتلة الاسطوانات Cylinders Block

تصنع كتلة الاسطوانات من الزهر الرمادى ويتميز الزهر الرمادى بأنه رخيص الثمن ويتحمل درجة الحرارة والضغوط العالية التى تحدث داخل الاسطوانة دون حدوث أى اعوجاج فيه، كما أن الزهر الرمادى يقاوم التآكل وقادر على امتصاص الذبذبة ويقاوم الصدأ، واذا ما تطلب الحال زيادة فى صلادته وقوته صنع على شكل سبيكة بإضافة النيكل أو الكروم إليه وربما تصنع كتلة الاسطوانات من الصلب كما يستعمل الألمونيوم لخفة الوزن، تزود كتل الاسطوانات عادة بجلب الاسطوانة (بطانة) وهى عبارة عن اسطوانة رقيقة من حديد الزهر المسبوك الرمادى أو الصلب أو غير ذلك من السبائك المعدنية، حيث يمكن تغييرها بسهولة عندما تتآكل بدلا من خراطة الاسطوانة نفسها.

ب- رأس الاسطوانات Cylinders Head

هو الغطاء العلوى لكتلة الاسطوانات وعادة تسمى راس الاسطوانات Cylinders head، وتصنع رأس الاسطوانات من الحديد الزهر الرمادى وقد تستعمل فى صناعته سبيكة الألمونيوم التى تمتاز بمقدرتها على توصيل الحرارة، وهذه الخاصية مرغوبة لشدة تعرض رأس الاسطوانات لدرجات الحرارة العالية الناتجة من الاحتراق، ويثبت رأس الاسطوانات بإحكام بكتلة الاسطوانات بواسطة مسامير ربط، ويجب أن تكون الوصلة بين رأس الاسطوانات وكتلة الاسطوانات محكمة وقادرة على تحمل الضغط والحرارة الناتجة من الاحتراق، لذلك يوضع جوان بينهما يعرف بجوان رأس الاسطوانات، وفائدة جوان الاسطوانات هى منع مياه التبريد من التسرب إلى غرف الاحتراق أو منع تسرب الغازات بين الاسطوانات.

جـ- علبة المرفق (علبة الكارتير) Crank Case

تصنع عادة علبة المرفق من صلب مضغوط ، وتثبت فى الجانب السفلى لكتلة الاسطوانات وللحصول على مانع تسرب محكم يوضع جوان بينهما

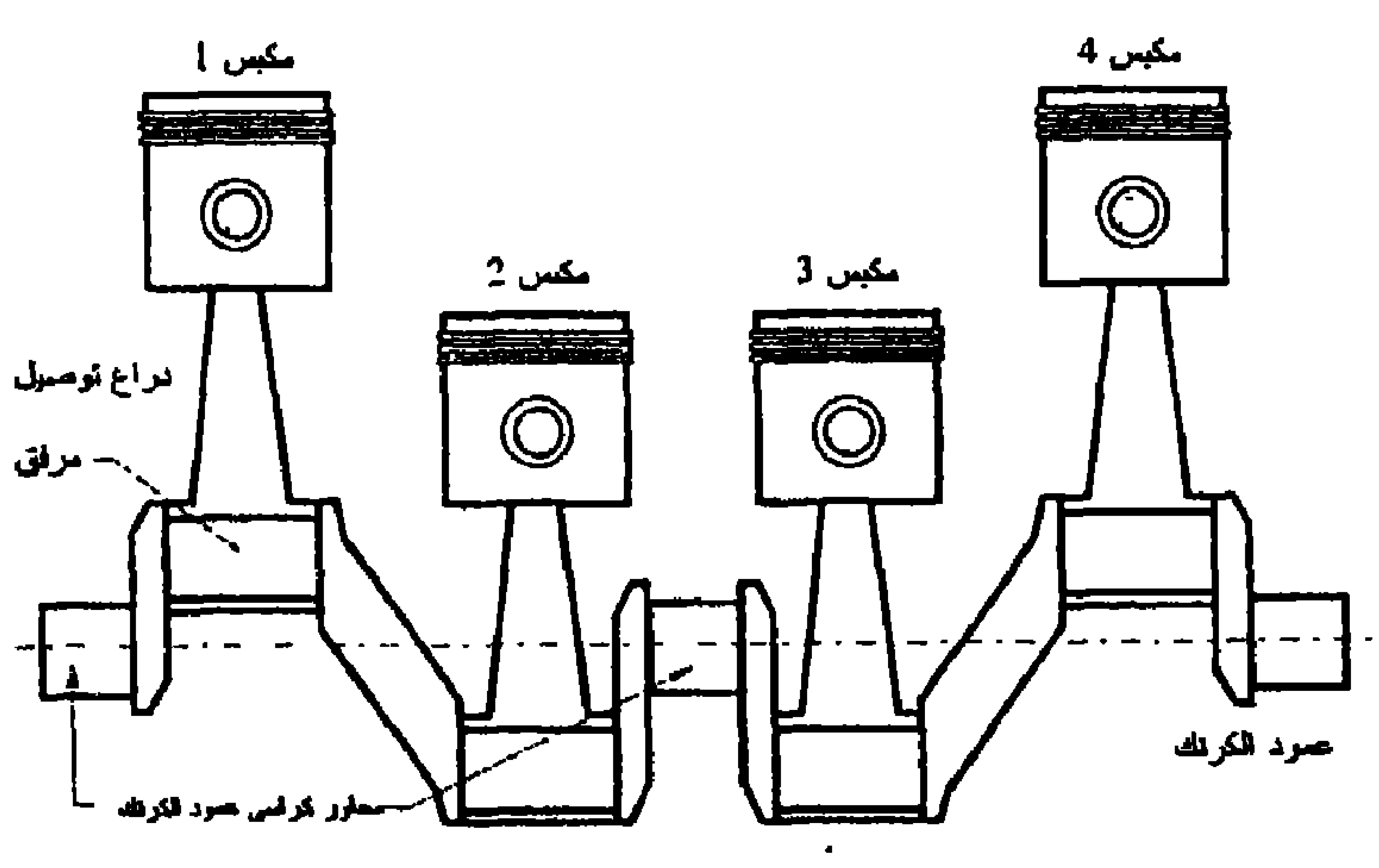
وتحتوى علبة المرفق على الزيت اللازم لتزييت المحرك ونظرا لضرورة تغيير الزيت من حين لآخر فإن الحوض يزود بفتحة لتصريف الزيت توضع فى موضع فيه.

٢-٢-٢- الأجزاء المتحركة (المجموعة المرفقية)

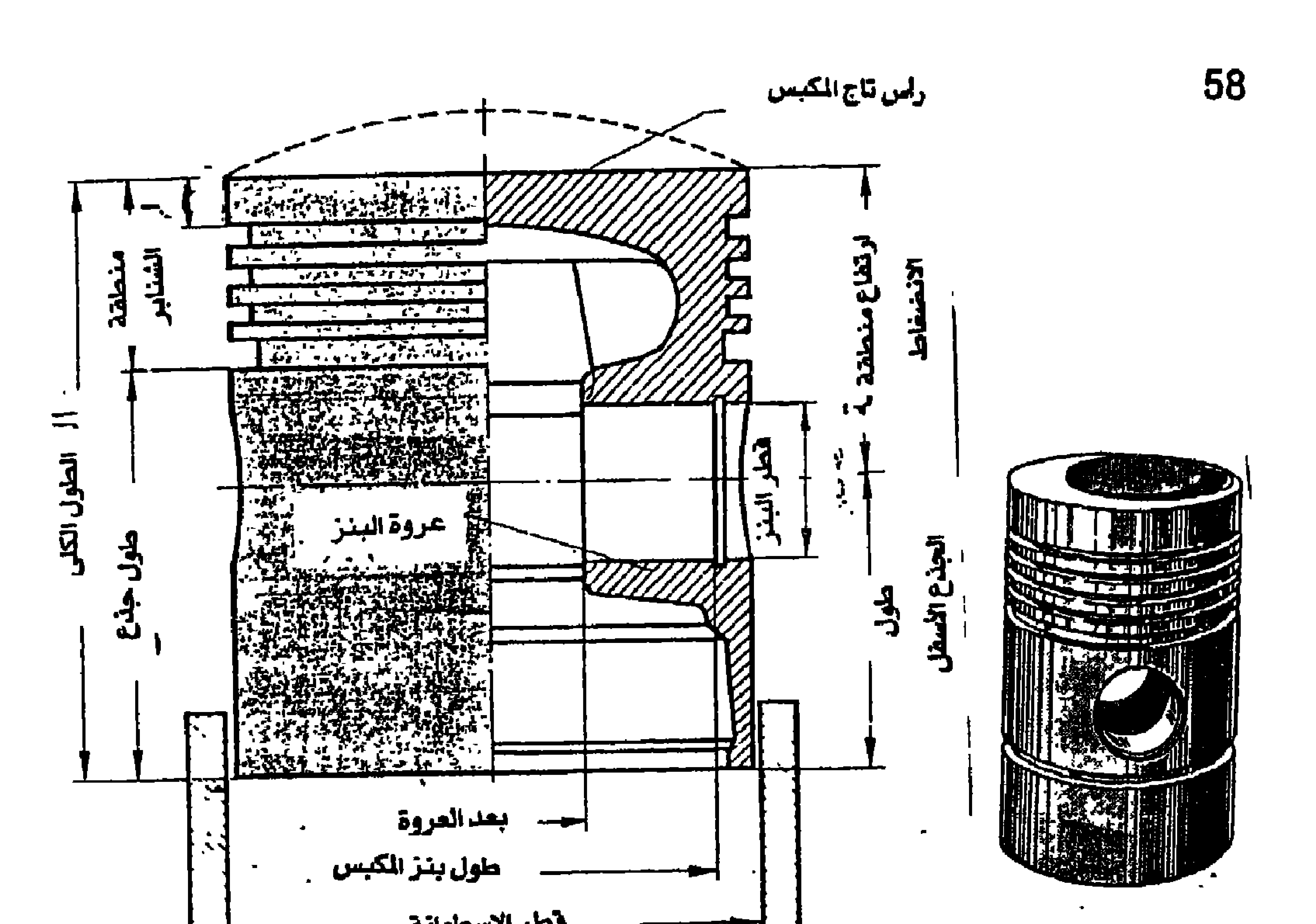
تقوم هذه المجموعة بتحويل حركة المكبس الترددية إلى حركة دورانية على عمود المرفق (الكرنك) وتتكون هذه المجموعة من الوحدات الرئيسية التالية: المكبس و ذراع التوصيل وعمود المرفق (الكرنك) والحدافة (شكل٢-٥).

أ- المكبس Piston

يتوقف شكل مكابس محركات الاحتراق الداخلى على نوع الدورة الحرارية التى تعمل بها هذه المحركات ، فمثلا فى محركات الديزل نجد عادة تجاويف فى رءوس المكابس لتشغل جزء من غرفة الاحتراق وكذلك لتعمل على سرعة خلط الهواء مع الوقود، المكابس تصنع فى البداية من الحديد الزهر الرمادى، والسبائك الخفيفة، يطلى جذع المكبس بطبقة رقيقة من القصدير أو الجرافيت لنعومة السطح ووقاية الاسطوانة من الخدش، ويحتوى جذع المكبس (شكل٢-٦) على ثقبان (عروتين لهما فتحتان لبنز المكبس). وتعرف المسافة بين المكبس والجدار الداخلى للاسطوانة بخلوص المكبس *Piston Clearance*.



شكل (٢-٥): مجموعة الأجزاء المتحركة



شكل (٦-٢) قطاع فى مكبس مبين عليه أهم أجزاءه

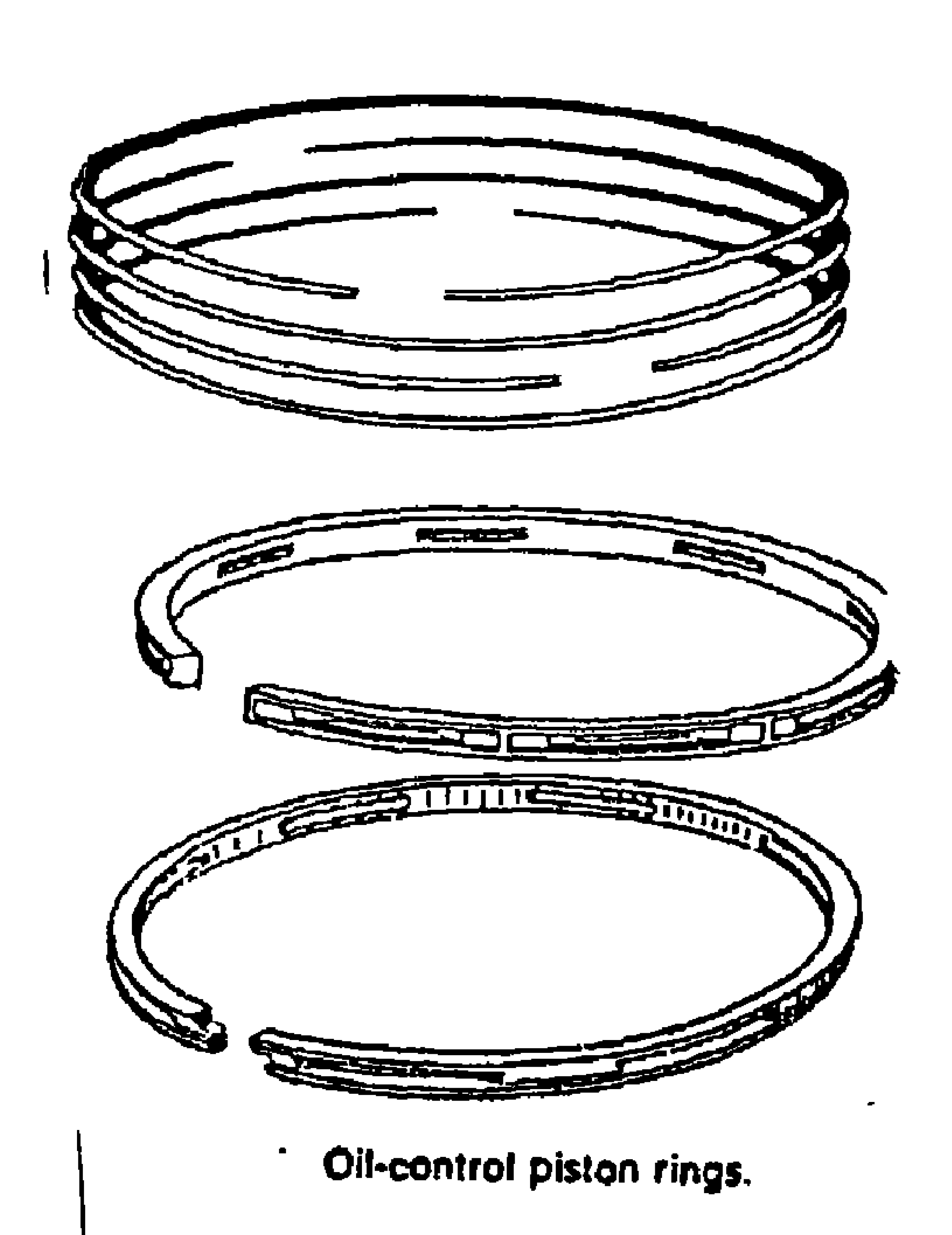
ويجب أن يكون هذا الخلوص بدرجة كافية لضمان إنزلاق المكبس داخل الاسطوانة أثناء التشغيل فاذا كان خلوص المكبس أقل من اللازم فقد يؤدى إلى تلصق المكبس فى داخل الاسطوانة نتيجة تمدد المكبس مع درجة الحرارة المتزايدة، واذا كان الخلوص زائدا عن حده المسموح به سوف يؤدى إلى تسرب الغازات إلى علبة المرفق وانخفاض الضغط داخل الاسطوانة وبالتالى فقد فى قدرة المحرك.

مجارى الشنابر Ring Grooves:

هى مجارى مقطوعة فى المكبس فى الجزء الأعلى منه ولبعض المكابس مجرى لشنبر يقع قرب النهاية السفلى، وتوضع داخل مجارى الشنابر حول السطح الخارجى للمكبس. وشنابر المكبس Piston Rings عبارة عن حلقات دائرية مشقوقة حتى لا يصعب تركيبها فى المكبس، والغرض من الشنابر هو منع تسرب الغازات بين المكبس وجدران الاسطوانة وكذلك العمل على توزيع زيوت التزييت توزيعا تاما ومنتظما على جدران الاسطوانة وأخيرا المساعدة على تبريد المكبس. ويختلف عدد

وانواع الشنابر باختلاف نوع المحرك ومعظم المحركات ذات ثلاثة او أربعة شنابر، وتنقسم الشنابر إلى نوعين ، منها شنابر ضغط ومنها شنابر التزييت.ويوضح شكل (٢-٧) شنابر ضغط وشنابر التزييت. و شنابر ضغط توجد في الجزء العلوى من المكبس ويتراوح إعدادها من اثنين إلى أربعة، وتعمل هذه الشنابر على منع التسرب من خلال خلوص المكبس كما أنها تساعد على تبريد المكبس بنقل أكبر جزء من حرارة المكبس إلى جدران الاسطوانة. تعمل شنابر التزييت على ضبط كمية زيت التزييت على جدران الاسطوانة وإعادة الزائد منها إلى علبة المرفق وشنبر الزيت يركب فى الجزء السفلى من المكبس، وشنابر الزيت بها ثقوب حيث يمر الزيت المكشوط من جدران الاسطوانة خلال هذه الثقوب، ومن خلال ثقوب توجد فى مجارى شنابر الزيت بالمكبس ويعاد الزيت مرة أخرى إلى علبة المرفق.

بنز المكبس Piston Pin: هو الجزء الذى يصل المكبس بالنهاية الصغرى لذراع التوصيل ويحمل البنز فى ثقبى المكبس ويمر داخل النهاية الصغرى لذراع التوصيل

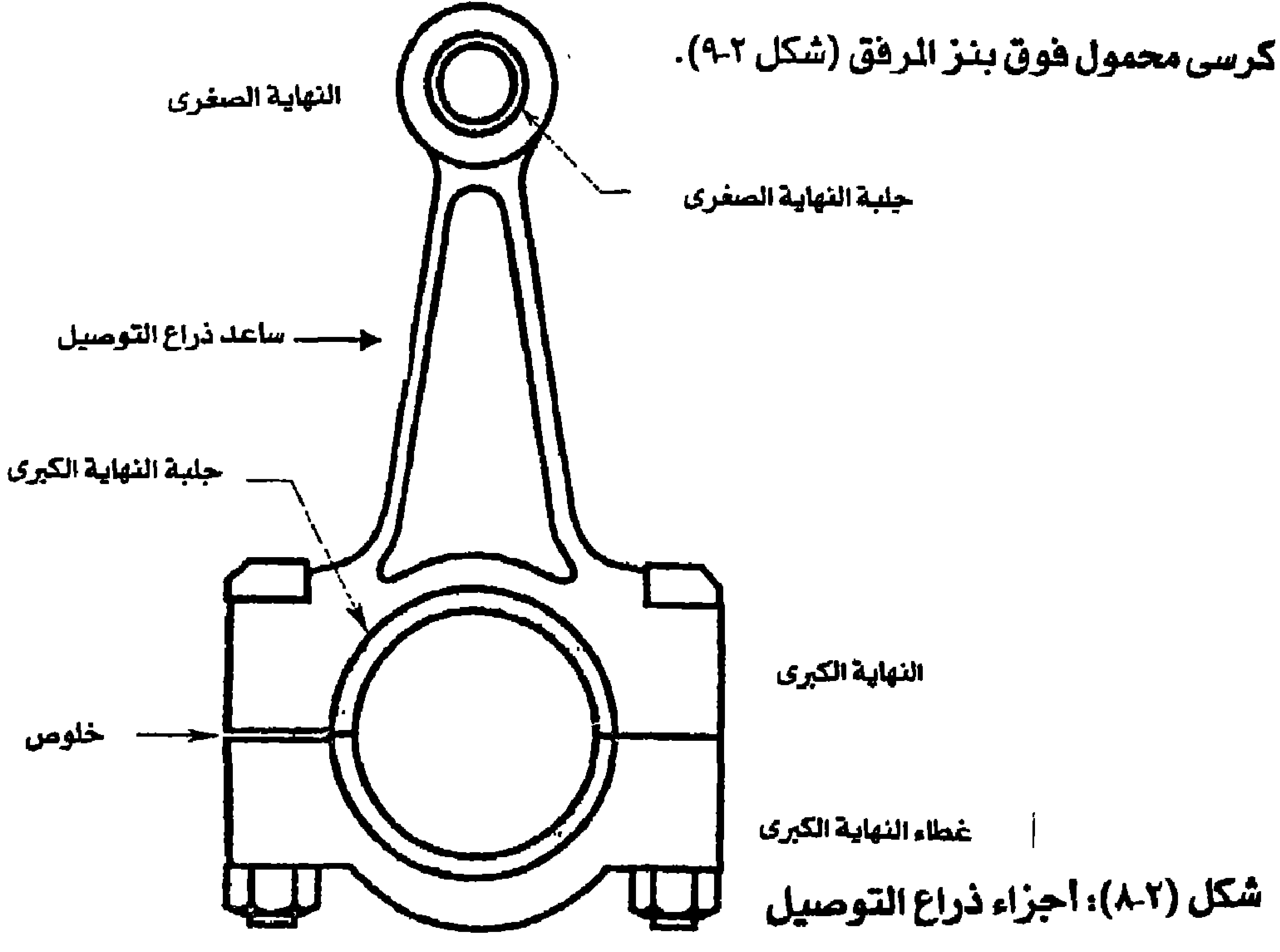


Oil-control piston rings.

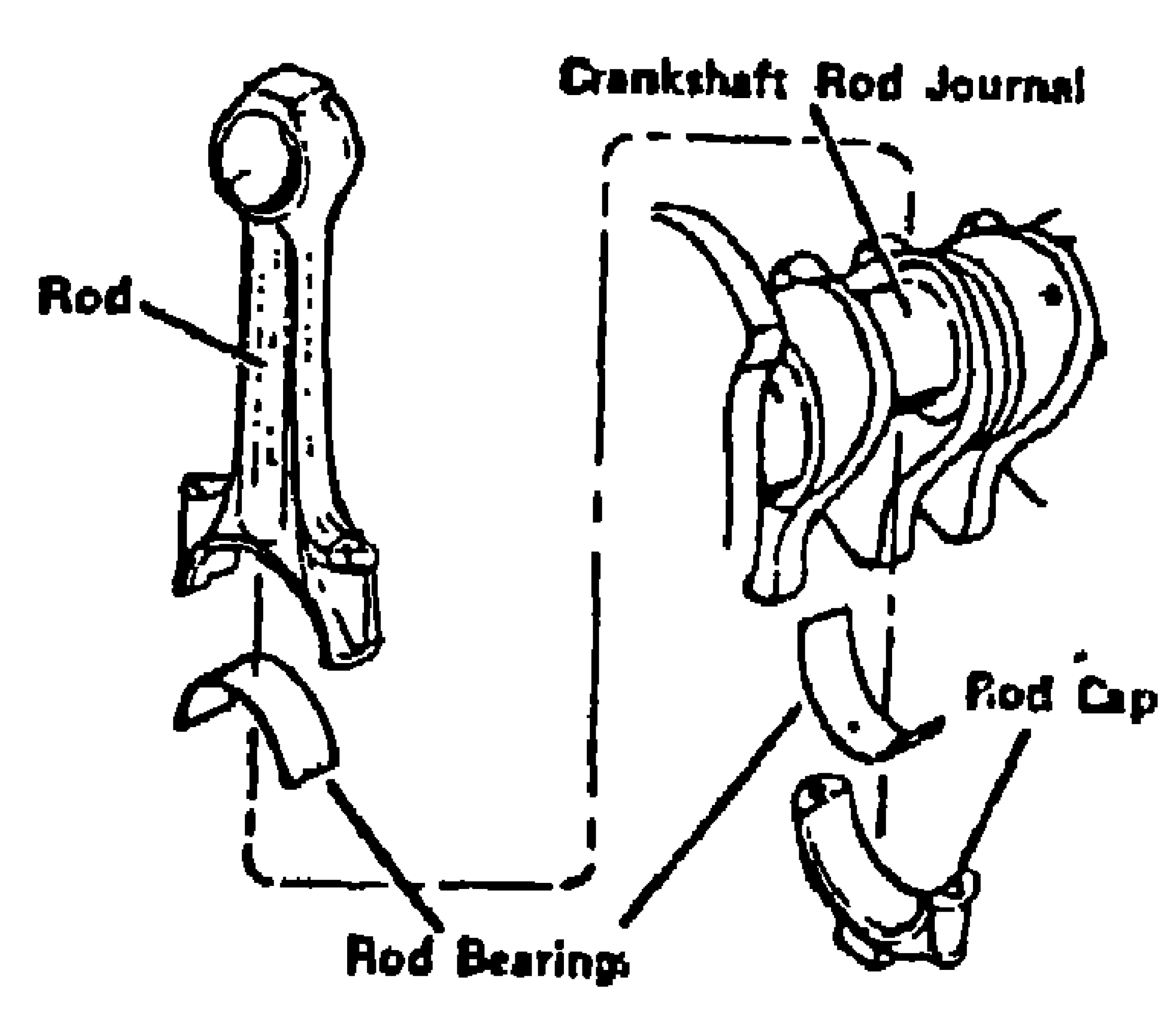
شكل (٢-٧): شنابر الانضغاط وشنابر التزييت

ب- ذراع التوصيل Connecting Rod

هو الذراع الذى ينقل ضغط الغازات المؤثر على المكبس إلى عمود المرفق والحدافة ويثبت مفصليا فى بنز المكبس والمرفق ، وبواسطة ذراع التوصيل تتحول الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دائرية على عمود المرفق ، ويوضح شكل (٢-٨) اجزاء ذراع التوصيل. ولذراع التوصيل نهاية صغرى كاملة تتصل بالمكبس بواسطة بنز المكبس ويوجد لذراع التوصيل نهاية كبرى تصل النهاية الكبرى لذراع التوصيل من نصفين يضمان بينهما سبيكة (مقسمة بدورها إلى قسمين) وتكون بمثابة كرسى محمول فوق بنز المرفق (شكل ٢-٩).



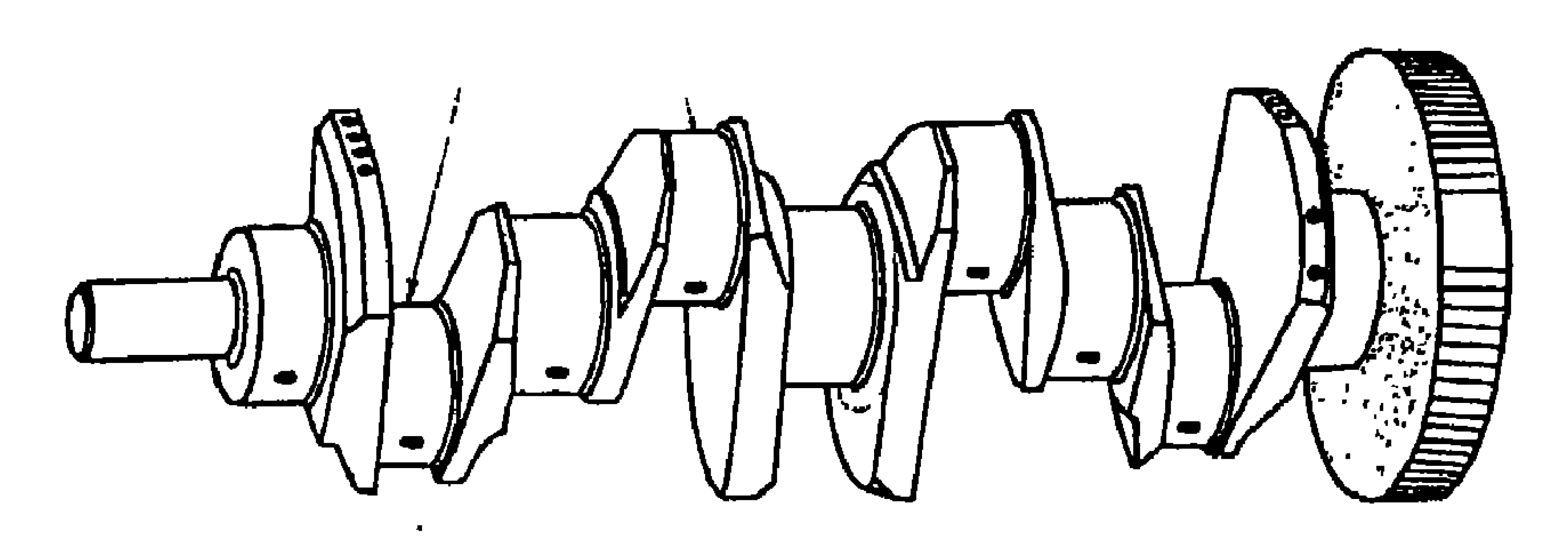
شكل (٢-٨): أجزاء ذراع التوصيل



شكل (٢-٩): توصيل ذراع التوصيل بعمود الكرنك

جـ- عمود المرفق(عمود الكرنك) Crank Shaft

يصنع عمود المرفق (شكل ٢-١٠) من الصلب النيكلى الكرومى أو الصلب المصبوب أو الصلب المطروق. مع تقوية السطح الخارجى بحيث يكون ذى مقاومة ميكانيكية عالية. ويتوقف شكل المرفق حسب عدد وترتيب الأسطوانات للمحرك.



شكل (٢-١٠): عمود الكرنك

د- الحدافة Flywheel

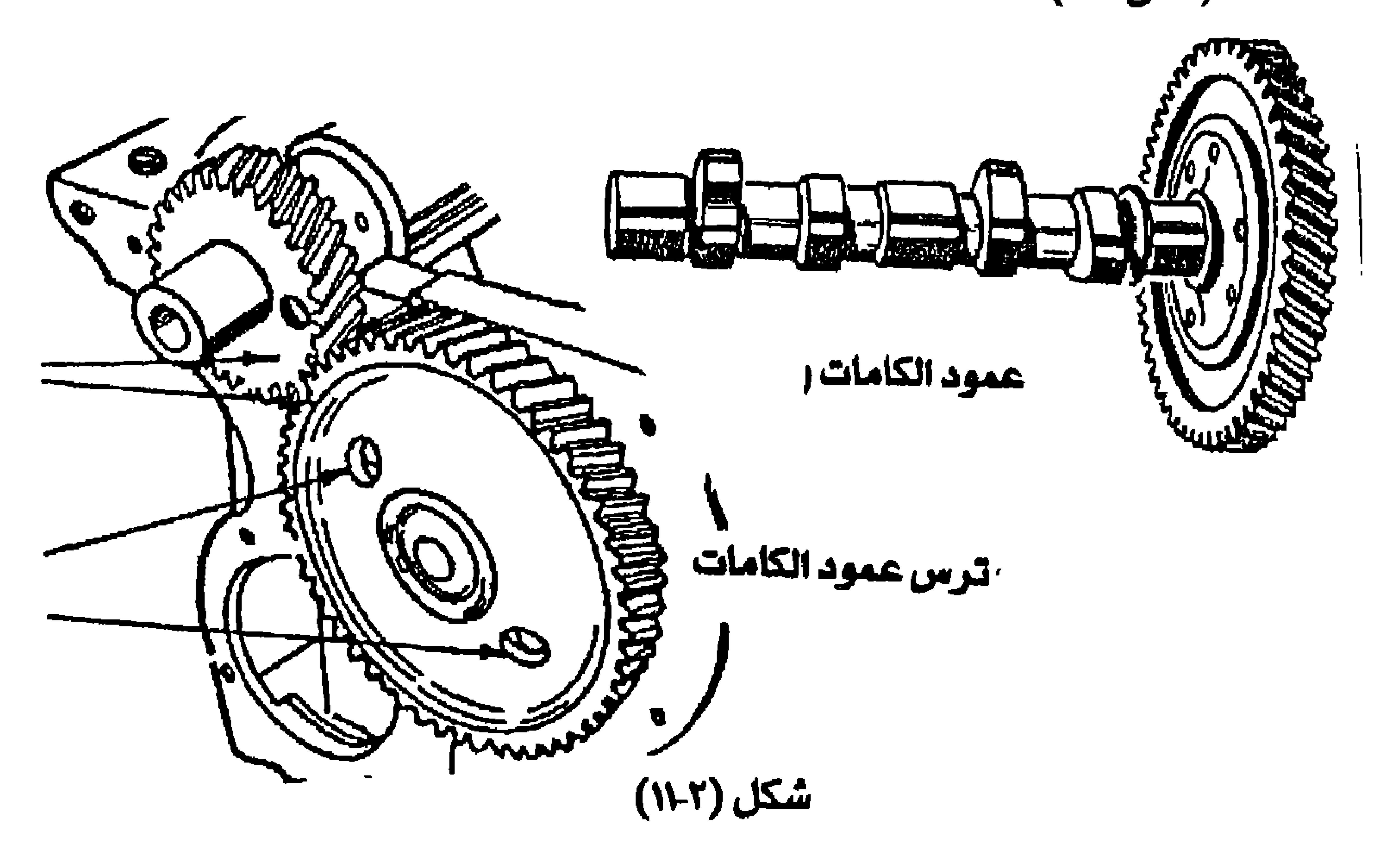
الحدافة عبارة عن عجلة من الصلب ثقيلة إلى حد ما، تتصل بالنهاية الخلفية لعمود الكرنك. أى النهاية القريبة من صندوق تغيير السرعات. وتعمل الحدافة على إختزان كمية من طاقة الحركة التى تكتسبها فى شوط التشغيل، وإعطاء جزء من هذه الطاقة إلى باقى الأشواط (السحب - الضغط - العادم) و من ثم فإنها تكفل الدوران المستمر للمحرك، وكلما زاد عدد الاسطوانات كلما أمكن تقليل كتلة الحدافة بمعنى أن كتلة الحدافة تتناسب عكسيا مع عدد الاسطوانات، ويوجد على المحيط الخارجى للحدافة أسنان تعرف بإسم ترس الحدافة، يعشق هذا الترس مع ترس البندكس المركب على محور المارش، كما يستخدم الوجه الخلفى للحدافة كعضو إدارة للقابض.

٢-٢-٣- مجموعة توقيت حركة الصمامات

تشتمل مجموعة توقيت حركة الصمامات على الأجزاء التالية: الكامات وعمود الكامات و الصمامات وياياتها والأذرع المتأرجحة وأذرع الدفع وروافع التاكيهات. ولا تستخدم مجموعة توقيت حركة المحركات الثنائية الأشواط فيتم بواسطة فتح وغلق فتحات بجدران الاسطوانات.

أ- الكامات وعمود الكامات Cams and Camshaft

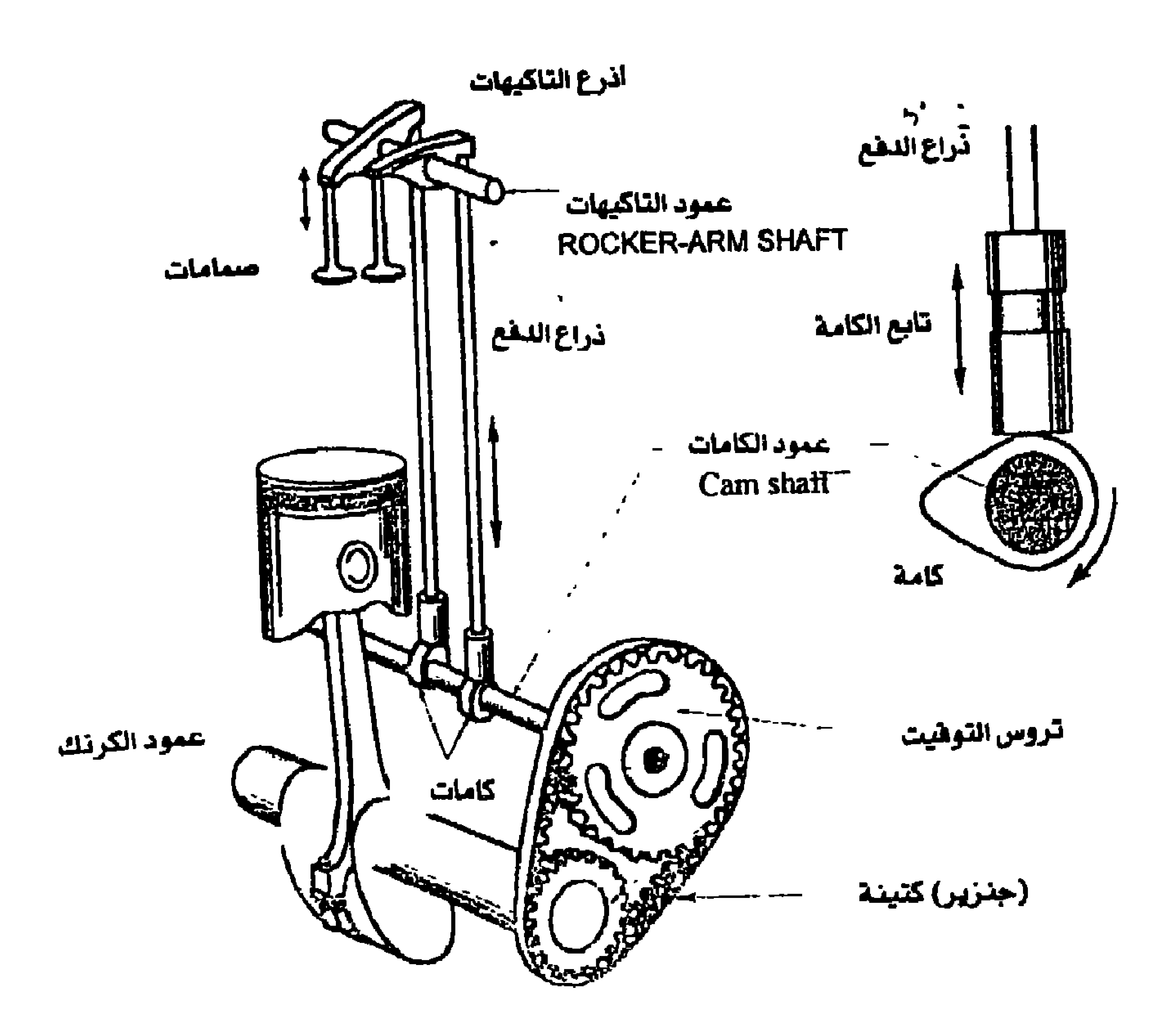
الكامة هي جهاز يمكن بواسطته تحويل الحركة الدائرية إلى حركة خطية و هناك تابع يستند على الكامة بحيث يقترب أو يبتعد عن محور عمود الكامات عند دوران الكامة. ويفتح ويقفل صماما السحب والعادم بواسطة الكامات الموجودة على عمود الكامات، ويأخذ عمود الكامات حركته من عمود المرفق، إما بواسطة عجلات مسننة وجنزير أو بواسطة ترسين، ويحتوى الترس أو العجلة المسننة المركبة على عمود الكامات على عدد من الأسنان ضعف عدد الأسنان الموجودة على عمود المرفق، أى أن عمود الكامات يدور بسرعة تساوى نصف سرعة عمود المرفق، وعليه فكل لفتين من لفات عمود المرفق يقابلهما لفة واحدة لعمود الكامات (شكل ٢-١١).



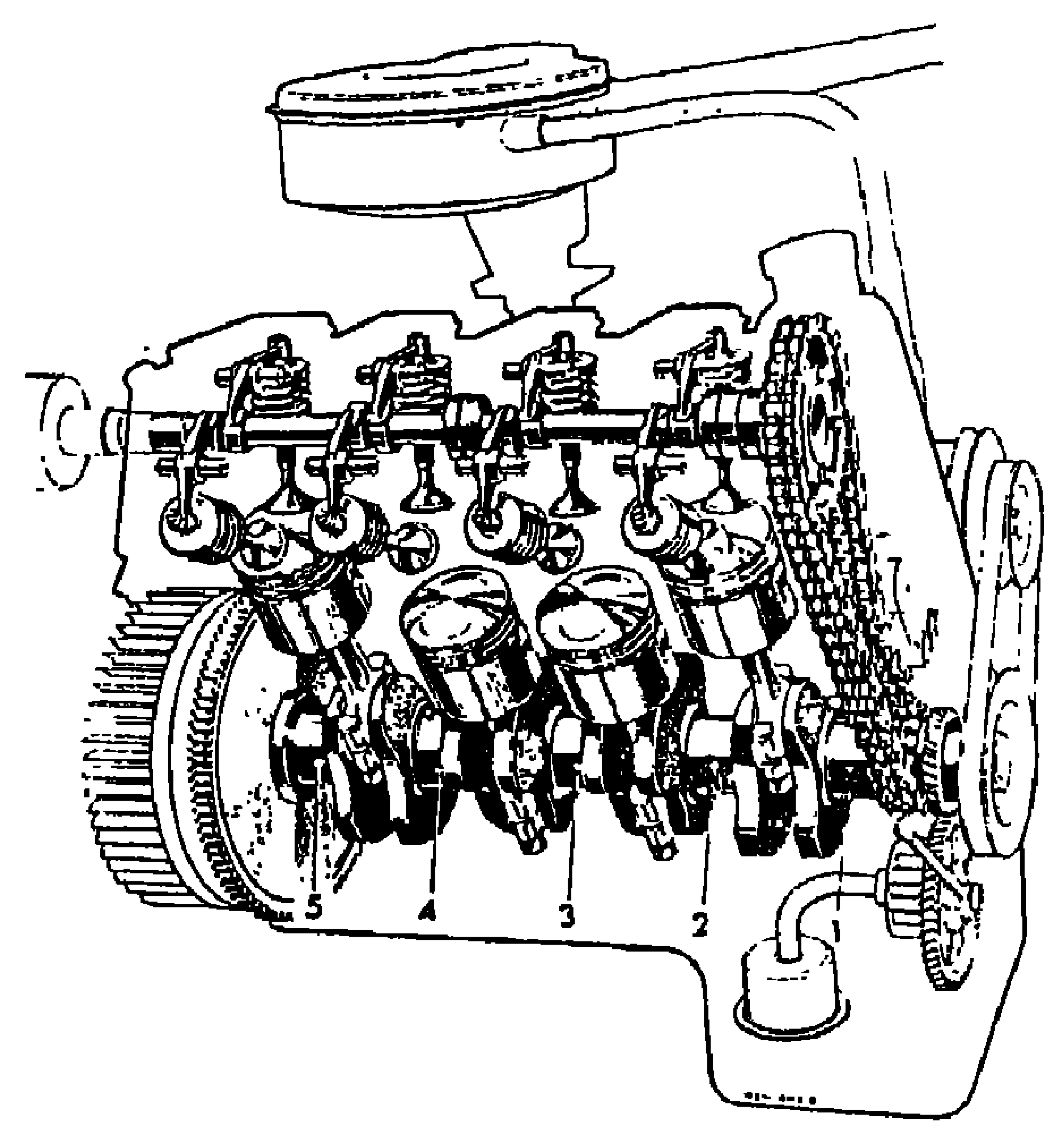
شكل (٢-١١)

ب- الصمامات Valves :

سبق أن ذكرنا أن لكل اسطوانة صمامين: صمام سحب و صمام عادم ووظيفة الصمامات هى ضبط دخول الغازات الجديدة و خروج غازات العادم ويجب أن تضمن الصمامات منع التسرب من غرف الاحتراق فى أثناء الإنضغاط والتمدد لتفادى حدوث أى انخفاض فى الضغط. وقد استخدمت أنواع مختلفة من الصمامات فى الماضى، وتستعمل فى الغالب الآن الصمامات المخروطية.تستعمل عادة وصلة بين ساق الصمام وعمود الكامات وتسمى رافعة الصمام أو تابع الكامة، وتعمل على رفع الصمام بتأثير أنف الكامة أثناء دورانها. وتوجد مسافة صغيرة بين النهاية السفلى لساق الصمام وتابع الكامة فى الوضع الذى يكون فيه الصمام مغلقا وتسمى هذه المسافة بالخلوص واذا لم يترك هذا الخلوص أدى إلى إرتكاز ساق الصمام فوق التابع نتيجة لتمدده بالحرارة، فيؤدى ذلك إلى عدم غلق الصمام غلقا تاما، مما يعمل على اضطراب عمل المحرك بفقد جزء من قدرته وزيادة استهلاك الوقود نتيجة هروب الشحنة خصوصا عند السرعة البطيئة. يستعمل ساق دافعه ورافعة متأرجحة لتشغيل الصمامات (شكل ٢-١٢) يرتكز على الكامة ذراع يؤثر على طرف رافعة متأرجحة فيدفعها الى اعلى ويهبط طرفها الأخر الى أسفل مؤثرا على ساق الصمام فيؤدى ذلك الى فتحة ضد ضغط الياى. ويمكن ضبط الخلوص بواسطة مسمار الضبط فى طرف الرافعة المتأرجحة.

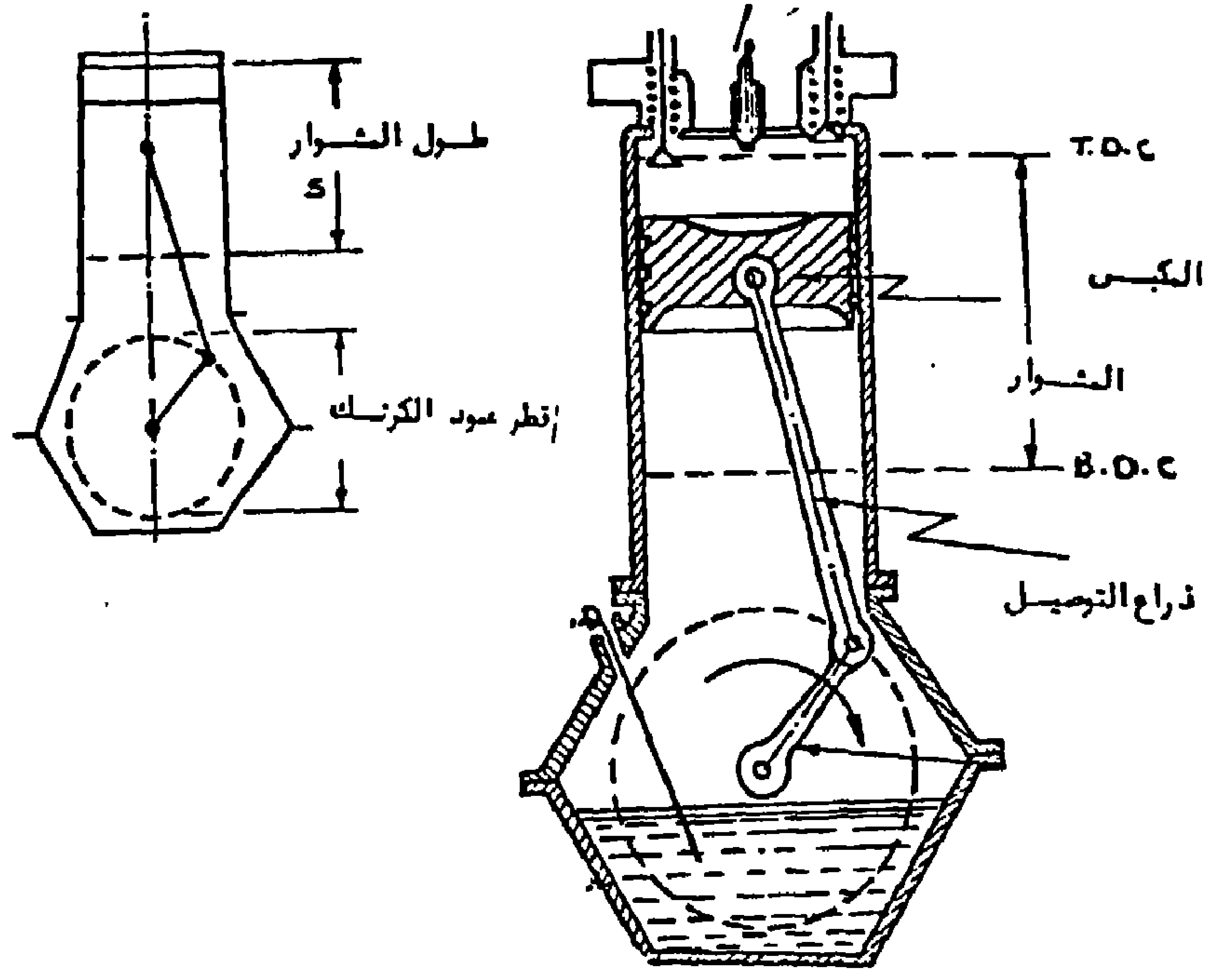


تابع الكامة وذراع الدفع وأذرع التاكيهات



شكل (٢-١٢): مجموعة توقيت فتح وغلق الصمامات

٢-٣- بعض التعاريفات الاساسية للمحرك (شكل ٢-١٣)



قطاع فى اسطوانة محرك مبين عليها أهم أبعادها
شكل (٢-١٣)

- المشوار Stroke :

وهو المسافة التى يتحركها سطح المكبس من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى ونلاحظ أن طول المشوار المكبس يساوى قطر دائرة دوران عمود الكرنك.

- النقطة الميتة العليا (ن.م.ع.) (TDC) Top Dead center

وهى اعلى نقطة يصل عندها سطح المكبس خلال تحركه فى المشوار وسرعة المكبس عندها تساوى صفر.

- النقطة الميتة السفلى (ن.م.س.)(BDC) Bottom Dead Center

وهى أسفل نقطة يصل اليها سطح المكبس خلال تحركه فى المشوار وسرعة المكبس عندها تساوى صفر.

- حجم الخلوص The Clearance Volume "V_s"

هوحجم فوق سطح المكبس عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة العليا، وهذا الحيز يطلق عليه أيضا أسم غرفة الاحتراق .

- ازاحة المكبس Piston Displacement

أزاحة المكبس هى الحجم الذى يزيحه المكبس عند حركته من أعلى الى اسفل نقطه داخل الأسطوانة أى من النقطة الميتة العليا T.D.C الى النقطه الميته السفلى B.D.C. وتعرف أزاحة المكبس أيضا بحجم المشوار Vs وهو الحجم بين النقطه الميته العليا T.D.C والنقطه الميته السفلى B.D.C.

$$V_s = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

حيث :

V_s = حجم المشوار سم٣ Stroke Volume, cm^3

D = قطر الأسطوانة سم Cylinder diameter, cm

S = طول المشوار للمكبس سم Piston Stroke, cm

- نسبة الأنضغاط (الكبس) The Compression Ratio $C.R$

تعرف نسبة الأنضغاط (الكبس) على أنها النسبة بين الحجم الذى يصل إليه المكبس عند وصولة الى النقطة الميتة السفلى الى الحجم الذى يصل إليه المكبس عند وصوله الى النقطة الميتة العليا.

$$C.R = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{V_s}{V_c}$$

حيث: V_c = حجم الخلوص سم٣ *Clearance Volume cm^3*

Vs = حجم المشوارسم٣ *Stroke Volume, cm^3*

ونسبة الكبس تتراوح فى محركات الأشتعال بالشرارة (بنـزين) مـن٤:١ الى ١٢ : ١ فـأذا انخفضـت هـذه النسبة عـن ٤ : ١ كـان هنـاك صعوبة فـى إحـداث عملية الأشتعال للوقود لأن درجـة حـرارة المخلوط تعتمـد على نسبة الكبس، وينتج عن ذلك أشتعال غير كامـل للوقـود. أمـا نسبة الكبس العالية فهى غير مرغوبة الى حد معين حتى لا يؤدى الى أشتعال مفاجىء للمخلوط قبـل وصول المكبس الى نهاية المشوار وحدوث ظاهرة التصفيق فـى المحـرك، وبالتـالى يحـدث فقد فى القـدره المتولـده. وتعتمـد نسبة الكبس لمحركات البنـزين اساسـا علـى العـدد الأوكتينـى للوقـود المسـتخدم. أمـا نسبة الكبس فـى محركـات الـديزل فتتراوح بين ١٤ : ١ الى ٢٢ : ١ وهذه النسبة العاليـة لأن زيـادة ضغط الهـواء يزيـد من سهولة وسرعة أحتراق الوقود عنـد حقنـه. ولكن فـى نفس الوقت تحتـاج نسبة الكبس العالية الى قوة تحمل عالية للمواد المصنع منها أجزاء المحـرك ممـا يزيـد من ثمن محرك الديزل اذا ما قورن بمحرك بنزين مساوى لـه فـى القـدره الناتجة منه.

٢-٤- المحركات رباعية الأشواط

٢-٤-١- محركات الاشتعال بالشرارة Spark ignition Engine

وتسمى محركات البنـزين أو محركات أوتو Otto نسبة إلى العالم الألمانى أوتـو الـذى أكتشـف هـذه الـدورة. وتسـتخدم وقـود البنـزين فـى هـذه المحركـات ولتوضيـح تلك الدورة مع محرك مكون من أسطوانة واحدة وعليه يمكن أجـراء الدورة الحرارية فى هذه الاسطوانة كما فى شكل (٢-٩) على النحو التالى:

- مشوار السحب Intake Stroke :

وفيه تتم حركة المكبس ابتداءاً من النقطة الميتـة العليـا متجهاً إلى أسفل وفـى نفس الوقت يكون صمام السحب مفتوح والذى ينـدفع من خلاله إلى الاسـطوانة مخلوط من الهواء والبنـزين والذى تم خلطه مسبقاً خارج الاسـطوانة فـى جهـاز

خلط الوقود بالهواء والذى يسمى بالكاربراتير حتى أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى.

- مشوار الضغط Compression Strake

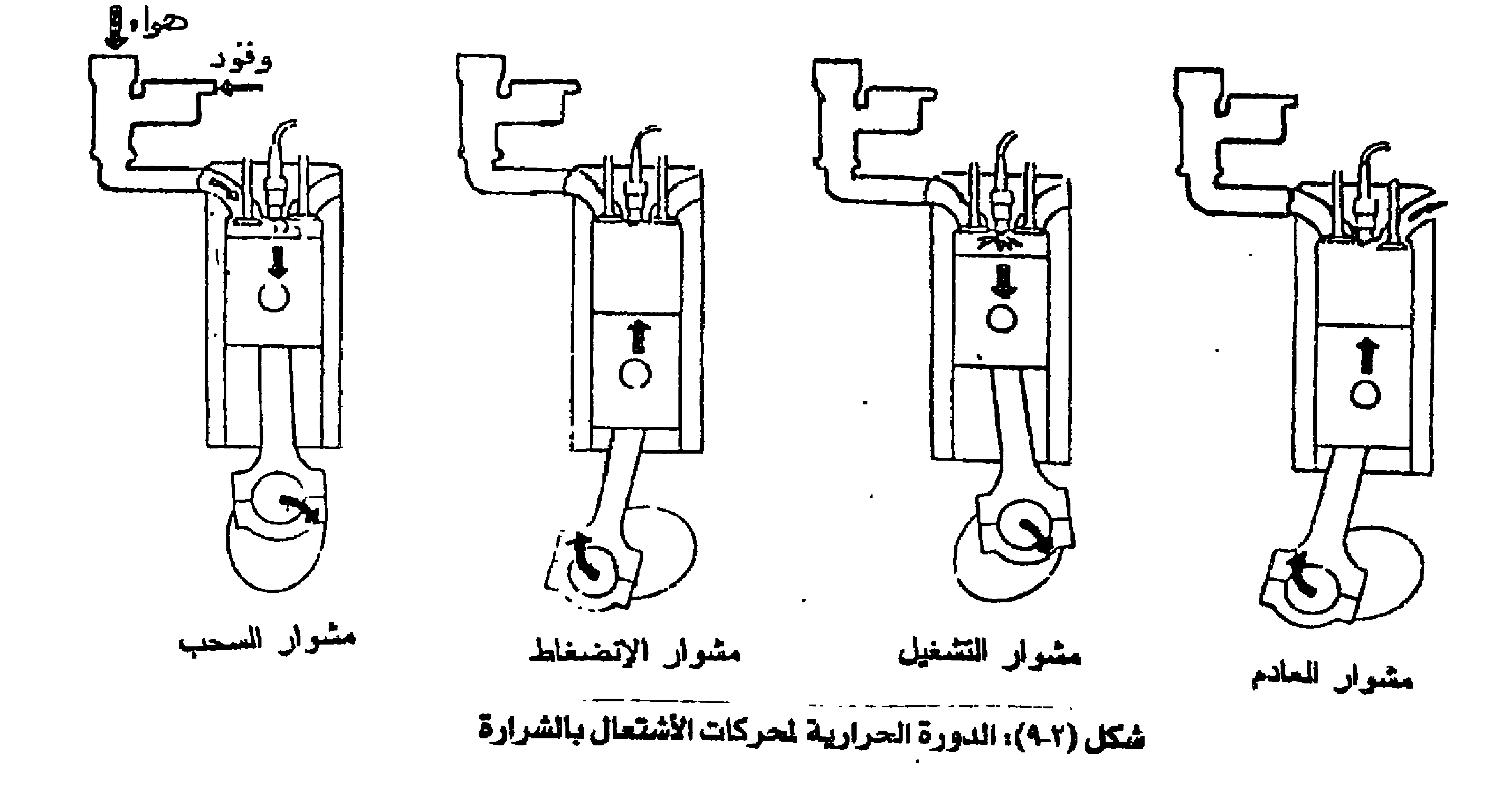
وفى هذا المشوار يكون صمام السحب مغلق ويتحرك المكبس من النقطة الميتة السفلى متجهاً إلى أعلى، ونتيجة حركة المكبس إلى أعلى يقل حجم المخلوط ويزداد الضغط داخل الاسطوانة وبالتالى ترتفع درجة حرارته على حسب القانون العام للغازات، ودرجة الحرارة فى نهاية الشوط أقل بقليل من درجة الاشتعال الذاتى للمخلوط. ويمكن المساعدة على عملية الاشتعال باعطاء شرارة كهربائية من شمعة الاشتعال، وينتج عن عملية الاشتعال غازات تحت ضغط عالى تحاول أن تضغط على سطح المكبس لتحركه إلى أسفل.

- مشوار التشغيل Power Stroke

ويسمى أحياناً بمشوار التمدد. فنتيجة لضغط الغازات الناتجة عن عملية الاشتعال تتولد قوة كبيرة على سطح المكبس تحاول أن تحركه من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى. وهذا هو المشوار المفيد فى الدورة الحرارية والتى يستفاد به فى إدارة عمود الكرنك، والمفروض أن يستفاد بجزء من هذه الطاقة فى تشغيل المشاوير الأخرى (العادم - السحب - الضغط) كما سيتضح فيما بعد.

- مشوار العادم Exhaust Stroke

نتيجة عملية اشتعال الوقود داخل الاسطوانة تتولد عنها غازات يجب التخلص منه أو الاستفادة من هذه الطاقة الحرارية لتسخين الوقود الذى يدخل إلى الاسطوانة فى الدورات التالية لعمل دورة حرارية أخرى جديدة.



شكل (٢-٩): الدورة الحرارية لمحركات الأشتعال بالشرارة

ويتم التخلص من الغازات الناتجة عن عملية الاشتعال عن طريق آخر يسمى صمام العادم Exhaust Valve فعندما يصل المكبس قرب النقطة الميتة السفلى يتم فتح صمام العادم ويتحرك المكبس متجهاً إلى أعلى حتى يصل إلى النقطة الميتة العليا لتبدأ دورة حرارية جديدة.

٢-٤-٢- محركات الاشتعال بالضغط (ديزل)

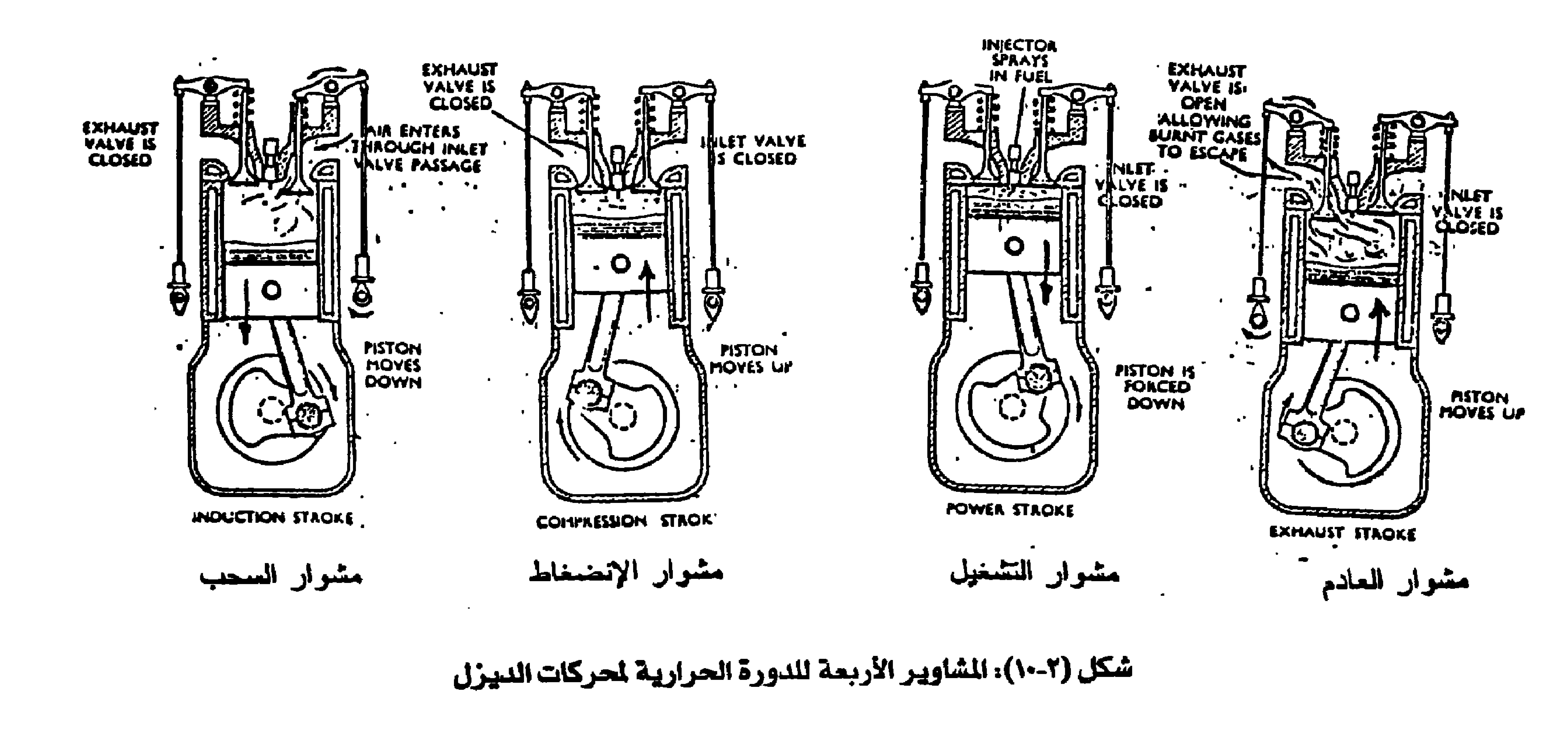
وهذا النوع من المحركات يستخدم السولار كوقود. ونظراً لاختلاف درجة تطاير الوقود المستخدم هنا عن المحركات السابقة فإن بها دورة حرارية مختلفة تماماً عن السابقة وشكل (٢-١٠) يوضح المشاوير الأربعة لمحركات الديزل.

- مشوار السحب Intake Stroke :

وفيه يتم تحرك المكبس من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل وفى نفس الوقت يكون صمام السحب مفتوح ويدخل عن طريقه هواء فقط حتى ان يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى وعندها يغلق صمام السحب.

- مشوار الضغط Compression Strake

يتحرك من النقطة الميتة السفلى متجهاً إلى أعلى وبهذا يقل حجم الهواء ويرتفع ضغطه وبالتالى درجة حرارته، ونتيجة أن نسبة الكبس تكون أعلى فى المحركات الديزل عن محركات البنزين فتصل درجة الحرارة فى نهاية مشوار الضغط إلى ٦٠٠ درجة مئوية أى نحو ضعف درجة الحرارة فى محركات البنزين. وبهذا فإن الهواء يصل إلى درجة حرارة تكفى للاشتعال الذاتى لوقود السولار تقريباً يبدأ الرشاش فى إعطاء شحنة من الوقود داخل الاسطوانة تحت ضغط عالى على هيئة رزاز صغير يختلط بالهواء الساخن وتنتج عملية الاشتعال تحت ضغط ثابت وينتج عنها غازات تحت ضغط عالى.



شكل (٢-١٠): المشاوير الأربعة للدورة الحرارية لمحركات الديزل

- مشوار التشغيل Power Stroke

يبدأ المكبس فى حركته من النقطة الميتة العليا متجهاً إلى أسفل نتيجة ضغط الغازات على المكبس حتى يصل تقريباً إلى النقطة الميتة السفلى، وايضا هذا الشوط هو المفيد فى الدورة الحرارية لإدارة عمود المحرك ويجب ايضاً توفير جزء من هذه الطاقة الناتجة لاستخدامها للأشواط الأخرى مثل شوط العادم والسحب والضغط.

- مشوار العادم Exhaust Stroke

نتيجة عملية الآشتعال يتولد غازات محترفة يجب التخلص منها قبل البدء فى دورة حرارية جديدة ، فعندما يكون المكبس تقريباً عند النقطة الميتة السفلى يبدأ صمام العادم فى الفتح ونتيجة حركة المكبس إلى أعلى تزاح امامه غازات العدم.

٢-٥- طريقة فتح وغلق صمامات المحرك Timing Valve

يلاحظ مما سبق ان فتح وغلق الصمامات فى المحرك الرباعى يتم طبقا لنظام معين ويعرف هذا بتوقيت فتح وغلق الصمامات Timing Valve حيث تتوالى فيه الدورات الحرارية مبتدئه من فتح صمام السحب حتى طرد غازات العادم عن طريق صمام الطرد. وتظهر هذه العملية بشكل (٢-١١) فى ٢ لفه من عدد لفات عمود الكرنك ويمكن تلخيصها فى الاتى:

- عند النقطة ١ :

يفتح صمام السحب قبل النقطة الميتة العليا $T.D.C$ ويكون هذا فى شوط العادم وذلك لضمان أن يكون صمام السحب مفتوح فى بداية شوط السحب لأقصى درجة ودخول أكبر كمية بالهواء أو المخلوط الى الأسطوانة.

- عند النقطة ٢ :

يتم غلق صمام السحب عند النقطة الميتة السفلى $B.D.C$ ويكون هذا فى شوط الضغط. وذلك لأعطاء فرصة لدخول أكبر كمية من الهواء او المخلوط الى الأسطوانة عن طريق الطاقة الحرارية المكتسبة لحركة الغاز وذلك لرفع الكفاءة الحجمية للأسطوانة.

- عند النقطة ٣ :

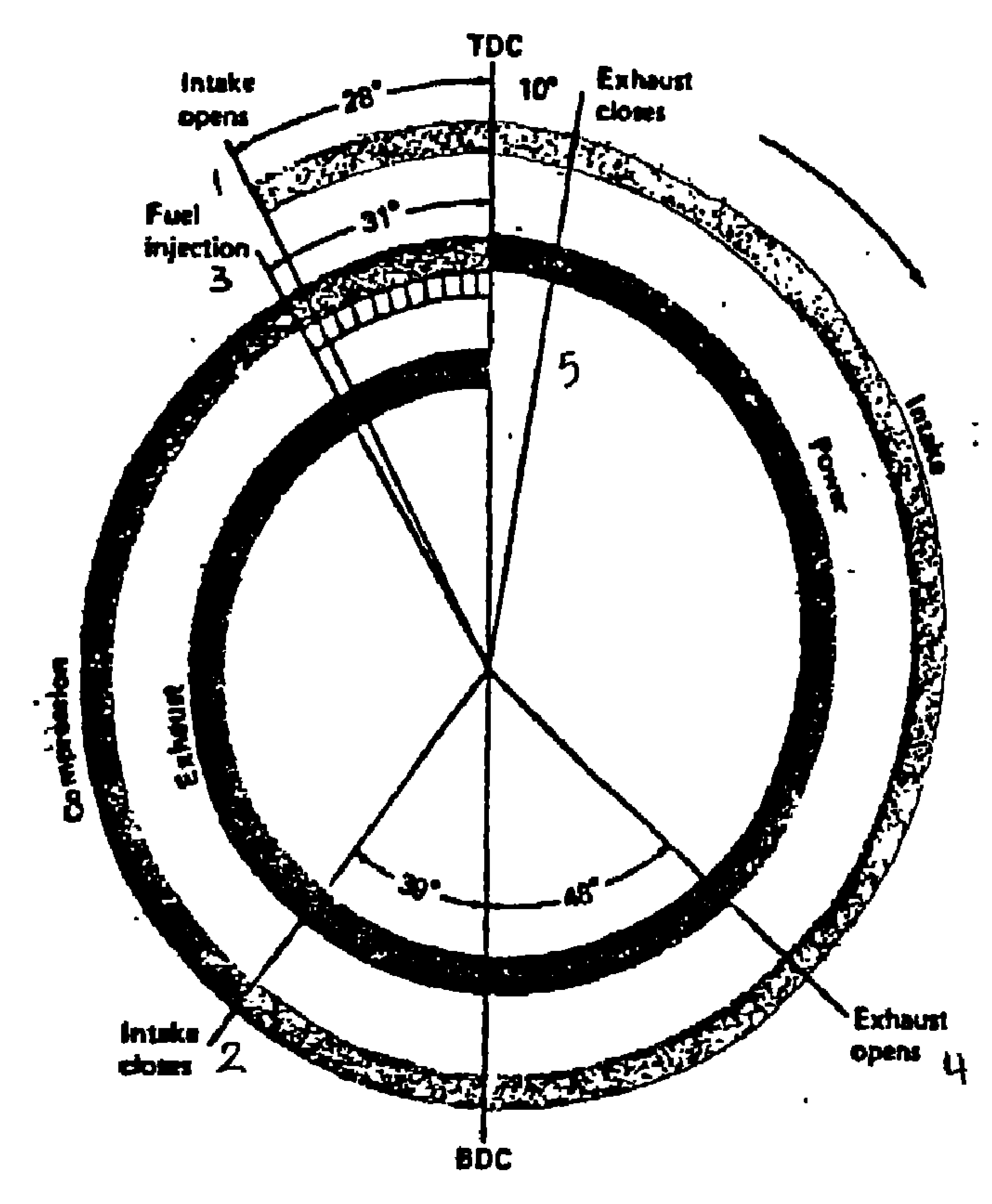
يتم أعطاء الشرارة الكهربائية فى محركات البنزين (أشتعال بالشرارة) أو يتم حقن حقنة السولار فى الأسطوانة (فى محركات الأشتعال بالضغط) قبل النقطة الميتة العليا TDC وذلك لضمان عملية أشتعال الوقود قبل وصول المكبس فى بداية شوط التشغيل للحصول على أكبر قوة متولدة على المكبس لدفعه الى أسفل عندما يصل المكبس فى نهاية مشوار الضغط أو فى بداية شوط التشغيل.

- عند النقطة ٤ :

يفتح صمام العادم فى نهاية شوط التشغيل قبل النقطة الميته السفلى وهذا للأستفادة من ضغط غازات العادم لتتسرب الى خارج الأسطوانة. ومن الملاحظ أن الضغط عند هذه النقطة هو ضغط ضعيف لأدارة عمود الكرنك ويمكن الأستفادة منه فى طرد غازات العادم.

عند النقطة ٥ :

يغلق صمام العادم بعد النقطة الميتة العليا فى بداية شوط السحب وذلك لضمان خروج كل غازات العادم عن طريق دخول شحنة جديدة من الهواء أو المخلوط من صمام السحب.



Valve and fuel-injection timing for a diesel engine.

شكل (٢-١١): توقيت فتح وغلق الصمامات

٢-٦- المحرك المتعدد الاسطوانات

في المحرك الرباعى المشوار نجد أن الشوط الفعال (المفيد) في الدورة الحرارية هو شوط التشغيل والذى يمكن الحصول عليه كل ٢ لفة من عدد لفات عمود الكرنك إذا كان المحرك يحتوى على أسطوانة واحدة ولذلك يجب الاستفادة من الطاقة الميكانيكية الناتجة من هذا الشوط لمد الأشواط التالية

الأخرى بالحركة. ويمكن إجراء ذلك الحدافة Flywheel فبعد إدارة المحرك تبدأ الحدافة فى أخذ قوى ذاتية تسمى قوى القصور الذاتى والتى لها المقدرة على اعطاء عزم يساعد على دوران عمود الكرنك وبالتالى يمكن مد الأشواط المتتالية لشوط التشغيل بالحركة المستمرة، وحجم الحدافة يعتمد على عدد اسطوانات المحرك.

أما إذا كان المحرك مكون من أسطوانتين ووضعت بالتبادل مع بعضها فإن المحرك ينتج ٢ شوط تشغيل لكل لفة من دوران عمود الكرنك وبالتالى فإن العزم اللازم من الحدافة لإدارة عمود الكرنك فى الأشواط الأخرى يكون النصف إذا ما قورن لمحرك به اسطوانة واحدة وبالتالى فإن وزن الحدافة يقل عن وزنها فى حالة اسطوانة واحدة.

٢-٧- المحركات ثنائية المشوار

وفى هذا النوع من المحركات تتم الدورة الحرارية خلال مشوارين أثنين فقط من المكبس ولذا كان تصميم المحرك الثنائى مختلف عن المحرك الرباعى. يوضح شكل (٢-١٢) تركيب المحرك الثنائى. ويلاحظ ان لايوجد صمامات أعلى الأسطوانة ولكن توجد فتحتين على جانبى الأسطوانة احداهما للسحب والأخرى لطرد العادم.

٢-٧-١- محركات البنزين (الاشتعال بالشرارة)

فعندما يكون المكبس عند النقطة الميتة السفلى يتم دخول مخلوط الهواء والوقود من الفتحة الجانبية للسحب وعندما يتحرك المكبس إلى أعلى متجها الى النقطة الميتة العليا فان المكبس يغطى فتحة السحب أولا ثم الطرد ثانيا. وبعد ذلك يبدأ شوط الضغط الى أن يصل المكبس قريبا من النقطة الميتة

العليا فيرتفع ضغط المخلوط وترتفع درجة حرارته أيضا فتعطى الشرارة الكهربائية من شمعة الاستعال فيشعل المخلوط ويتولد عنه غازات تحاول ان تضغط على المكبس لتحركه إلى أسفل وينتج عنه شوط التشغيل. وعندما يصل المكبس قريبا من النقطة الميتة السفلى فتسرب أولا غازات العادم من الفتحة العلوية وهى فتحة العادم ثم يبدأ دخول المخلوط من الفتحة السفلى من فتحة السحب. ومن الملاحظ أن حركة المكبس داخل علبة الكرنك يستفاد منها فى ضغط المخلوط إلى الأسطوانة وهذا ما ينتج عنه أحيانا تغير فى خواص الزيت فى علبة الكرنك وأحيانا يحتوى على مواد صمغية مما له تأثير ضار على خواص الزيت المستخدم.

شكل (٢-١٢): محرك ثنائى المشوار

ومن الملاحظ أيضا أن فتحه العادم أعلى بقليل من فتحة السحب وذلك لضمان التخلص من العادم عن طريق كبس المخلوط إلى الأسطوانة مما يترتب عليه فقد جزء من المخلوط مع غازات العادم بالتالى تقل الكفاءة الحرارية لهذا النوع من المحركات بسبب فقد جزء من الوقود عن طريق فتحة العادم. أما من مميزات هذا النوع من المحركات فهى تمتاز بقلة الأجزاء المتحركة المستخدمة فى عملية فتح الصامات وغلقها مما يجعل سعر هذه المحركات أقل من المحركات الرباعية المشوار.

وايضا نجد أن الدورة الحرارية تتم فى لفة واحدة من لفات عمود الكرنك أى أن شوط التشغيل يحدث كل لفة اذا كان المحرك به اسطوانة واحدة. ومما سبق يمكن استخلاص أنه اذا تساوى محركان احدهما ثنائى والآخر رباعى المشوار فى عدد الاسطونات وفى الشغل الناتج من كل منهما فان القدرة المتولدة من محرك الثنائى المشور تكون ضعف القدرة المتولدة من المحرك الرباعى المشوار.

٢-٧-٢- محركات الديزل (الاشتعال بالضغط)

ففى هذا المحرك عندما يكون المكبس عند النقطة الميتة السفلى يدخل عن طريق فتحة السحب هواء فقط، ويتحرك المكبس متجها إلى النقطة الميتة العليا ويبدأ شوط الضغط ويزداد ضغط الهواء وأيضا درجة حرارته. وعندما يصل المكبس قريبا من النقطة الميتة العليا يبدأ الرشاش فى دفع الوقود (السولار) داخل الأسطوانة على هيئه رذاذ رفيع ويتم خلطه بالهواء وتتم عملية الاشتعال وينتج عنها غازات تحت ضغط عالى تحاول أن تضغط على المكبس إلى أسفل ويبدأ شوط التشغيل. وعندما يصل المكبس قريبا من النقطة الميتة السفلى يبدأ خروج العادم من فتحة جانبية وتتكرر الدورة مرة

اخرى. ومن ملاحظ انه اذا حدث تسرب عن طريق فتحة العادم فيكون عبارة عن هواء فقط مما لا يؤثر على الكفاءة الحرارية لتلك المحركات الثنائية عن المحركات الرباعية.

٢-٨- عناصر قياس أداء المحركات

يعد أداء المحرك مؤشرا لدرجة نجاح المحرك فى تحويل الطاقة الكيماوية المخزونة فى الوقود الى شغل ميكانيكى مفيد. ولتقييم أداء المحرك هناك بعض العناصر أو ما يعرف بمعاملات الأداء.

- الشغل البيانى: هو الشغل الناتج من الدورة الحرارية فى محركات الأحتراق الداخلى.

- القدرة البيانية: Indicated Power هى القدرة فوق سطح المكبس والناتجة من شغل الدورة الحرارية الواحد لكل الأسطوانة. ويمكن تحديد القدرة البيانية كما يلى:

القدرة = شغل / زمن

$$\therefore Power = \frac{Work}{Time}$$

القدرة البيانية = الشغل البيانى فى الدورة الحرارية / زمن الدورة الحرارية

$$Indicated\ Power = \frac{Work\ of\ heat\ cycle}{time\ of\ heat\ cycle}$$

ـن الدورة الحرارية للمحرك الرباعى

$$-\ Time\ of\ one\ engine\ heat\ cycle = \frac{2\times 60}{N}\sec \quad (for\ four\ stroke)$$

حيث: N = سرعة عمود الكرنك (لفة/ دقيقة)

على ذلك تكون القدره البيانية *I.P*

$$I.P = \frac{(IWD) \times N}{2 \times 60} \frac{\times n}{\times 1000}$$

حيث:

IWD = الشغل الناتج من الدورة الحرارية N.m (نيوتن متر)

$I.P$ = القدرة البيانية (كيلو وات kW)

وتحويل الشغل إلى حاصل ضرب قوة دفع المكبس F × طول المشوار S

يمكن إيجاد القدره البيانية من العلاقة الآتية:

$$I.P = \frac{F \times S \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث: F = قوة دفع المكبس الى أسفل (نيوتن)

S = طول المشوار (متر).

وهذه القوة يمكن التعويض عنها بحاصل ضرب ضغط × مساحة.

ويمثل الضغط بالضغط على سطح المكبس وتمثل المساحة بمساحة سطح المكبس. وعلى ذلك يمكن إيجاد القدرة البيانية على النحو التالى:

$$I.P = \frac{P_i \times \frac{\pi D^2}{4} \times S \times N \times n}{2 \times 60 \times 1000}$$

حيث:

D = قطر الأسطوانة (متر)

P_i = متوسط الضغط البيانى الفعال (بسكال)

indicated mean effect pressure (i.m.e.p) (Pa)

- الكفاءة الحرارية البيانية (Indicated Thermal Efficiency)

هى النسبة بين كمية الحرارة التى تتحرك الى شغل بيانى فوق سطح المكبس الى كمية الحرارة الناتجة من أحتراق الوقود. وتستخدم الكفاءة الحرارية البيانية لبيان مدى الأستفادة من الحرارة الكلية الناتجة من الأحتراق.

$$\eta_{ith} = \frac{IP}{Fuel\ Power}$$

$$\eta_{ith} = \frac{3600 \times IP}{G_f \times F.C.V}$$

حيث:

IP = القدرة البيانية (كيلو وات) Indicated Power (kW)

G_f = معدل استهلاك الوقود كجم/ ساعة.

$F.C.V$ = القيمة الحرارية للوقود ك. جول / كجم

- المعدل البيانى النوعى لأستهلاك الوقود $(I.S.F.C)$

هو النسبة بين معدل استهلاك الوقود G_f (كجم / ساعة) الى القدرة البيانية IP (كيلووات) و يمكن حساب المعدل البيانى النوعى لأستهلاك الوقود من العلاقة:

$$I.S.F.C = \frac{G_f}{IP}$$

حيث:

G_f = معدل إستهلاك الوقود (كجم/ساعة) . (kg/h)

IP = القدرة البيانية (كيلووات) . (kW)

$I.S.F.C$ = المعدل البيانى النوعى لأستهلاك الوقود (kg/kW.h)

- الفواقد الميكانيكية *Mechanical Losses*

وهى الفواقد فى التغلب على كل المقاومات ضد حركة المحرك.

- القدرة الفرملية (*Brake Power*)

وهى القدرة على عمود الكرنك وهى مستمد من القدرة البيانية للمحرك عن طريق ذراع التوصيل ومجموعة الأجزاء المتحركة وتعرف القدره الفرمليه كالآتى :

$$BP = IP - MP$$

حيث: MP = القدرة المفقودة فى الحركة الميكانيكية.

ويمكن حساب القدرة الفرملية من العلاقة:

$$BP = \frac{2\pi NT}{60 \times 1000}$$

حيث:

T العزم على عمرد الكرنك نيوتن. متر (N.m)

- الكفاءة الميكانيكية *Mechanical Efficiency*

تعرف الكفاءة الميكانيكية بأنها النسبة بين القدرة الفرملية الى القدرة البيانية.

$$\eta_m = \frac{BP}{IP} \times 100$$

وتعتمد الكفاءة الميكانيكية على الفاقد الميكانيكى، بزيادة الفاقد الميكانيكى تقل الكفاءة الميكانيكية. وتتراوح قيم الكفاءة الميكانيكية لمحرك البنزين من ٧٠ الى ٩٠٪ ولمحرك الديزل رباعى الأشواط من ٧٠ إلى ٨٢٪، لمحرك ديزل ثنائى الأشواط من ٧٠٪ إلى ٨٥٪.

- الكفاءة الحرارية الفرملية **Brake Thermal Efficiency**

هى النسبة بين كمية الحرارة التى تتحول الى شغل على عمود الكرنك الى كمية الحرارة الناتجة من أحتراق الوقود.

$$\eta_{bth} = \frac{3600 \times BP}{G_f \times F.C.V}$$

ويمكن إيجاد الكفاءة الحرارية الفرملية من العلاقة:

$$\eta_{bth} = \eta_{ith} \times \eta_m$$

حيث: η_m = الكفاءة الميكانيكية للمحرك.

η_{ith} = الكفاءة الحرارية البيانية

وتستخدم الكفاءة الحرارية الفرملية لبيان مدى التشغيل الأقتصادى للمحرك، والعلاقة بين الكفاءة الحرارية الفرملية η_{ith} والكفاءة الميكانيكية للمحرك. وتبلغ قيمة الكفاءة الحرارية الفرملية لمحرك بنزين من ٢٥٪ إلى ٣٣٪ ولمحرك بنزين ٣٥٪ إلى ٤٠٪ ويرجع السبب فى أرتفاع الكفاءة الحرارية لمحرك الديزل عن البنزين الى أرتفاع معامل زيادة الهواء، وهذا يعنى الأحتراق الكامل للوقود الديزل.

- المعدل الفرملى النوعى لاستهلاك الوقود B.S.F.C

(Brake Specific Fuel Consumption)

استهلاك الوقود النوعى الفرعلى *(kg/kW.h)* هو النسبة بين معدل استهلاك الوقود G_f (كجم / ساعة) إلى القدرة الفرملية *BP* (كيلو وات) ويمكن إيجاده من العلاقة الآتية :

$$B.S.F.C = \frac{G_f}{BP}$$

تحت ظروف التشغيل العاديه تتراوح قيمة معدل أستهلاك الوقود النوعى لمحرك الديزل *(kW.h) /g 210 to 280* و لمحرك البنزين *250 to 325 g/(kW.h)*

الباب الثالث

ملحقات محرك الجرار

Tractor Engine Accessories

الباب الثالث

ملحقات محرك الجرار

Tractor engine Accessories

٣-١- مقدمة

توجد مع المحرك أجهزة مساعدة تساعد المحرك على تشغيله بأعلى كفاءة وان أى ضرر لهذه الأجهزة يؤدى إلى تغير لبعض أجزاء المحرك ، ومن هذه الأجهزة المساعدة : جهاز التبريد - جهاز الوقود - جهاز تنقية الهواء - جهاز العادم - جهاز بدء الحركة - جهاز أحدث الشرارة ، وفيما يلى شرحا لكل الأجهزة المساعدة لمحرك الجرار.

٣-٢- جهاز التبريد Cooling System

نظر لاحتراق كمية من الوقود فان الطاقة الحرارية تتولد داخل الأسطوانة ويستفاد بجزء من هذه الطاقة فى صورة حركية نافعة على عمود الكرنك والتى تسمى بالقدرة الفرملية وتكون فى حدود ٣٠ - ٣٥٪ فى محركات الديزل و ٢٠ - ٢٥٪ فى محركات البنزين، وباقى الطاقة الحرارية تفقد أما محملة مع غازات العادم أو تفقد نتيجة الاحتكاك داخل أجزاء المحرك أو تفقد فى مياه جهاز التبريد. ويفقد فى جهاز التبريد حوالى ثلث الطاقة الحرارية الناتجة من الوقود لأن وجود ارتفاع فى درجة الحرارة داخل الأسطوانة فجزء منها ينتقل إلى الأجزاء المعدنية بالمحرك وبالتالى يجب سحب تلك الحرارة من المحرك منعاً لارتفاعها فوق درجة الحرارة معينة والتى تحفظ المحرك من أضرار ناتجة عن الارتفاع فى درجة الحرارة. ومن المعتاد حفظ درجة المحرك بين ٧٠ - ٩٥ درجة مئوية. فإذا كانت أقل من ٧٠ ٥م كانت هناك صعوبة فى إشعال الوقود وينتج عنه وقود غير كامل الاشتعال. أما إذا زادت عن ٩٠ ٥ م فان التمدد المختلف لأجزاء المحرك يؤدى إلى كسر بعض الأجزاء بالإضافة إلى حدوث اشتعال ذاتى لشحنة الوقود فى غير الوقت المحدد.

ومن أهم فوائد جهاز التبريد:

١- حفظ درجة حرارة المحرك عند حرارة معينة حتى لايؤدى هذا إلى توقفه عن العمل.

٢- تقليل الاحتكاك للأجزاء المحركة نتيجة تمددها أكثر من اللازم.

٣- حفظ لزوجة الزيت عند درجة معينة حتى لا يؤدى الارتفاع في درجة حرارة المحرك إلى تغير فى خواص الزيت والتى من أهمها اللزوجة مما يؤثر على كفاءة جهاز التزييت وبالتالى على كفاءة تشغيل المحرك.

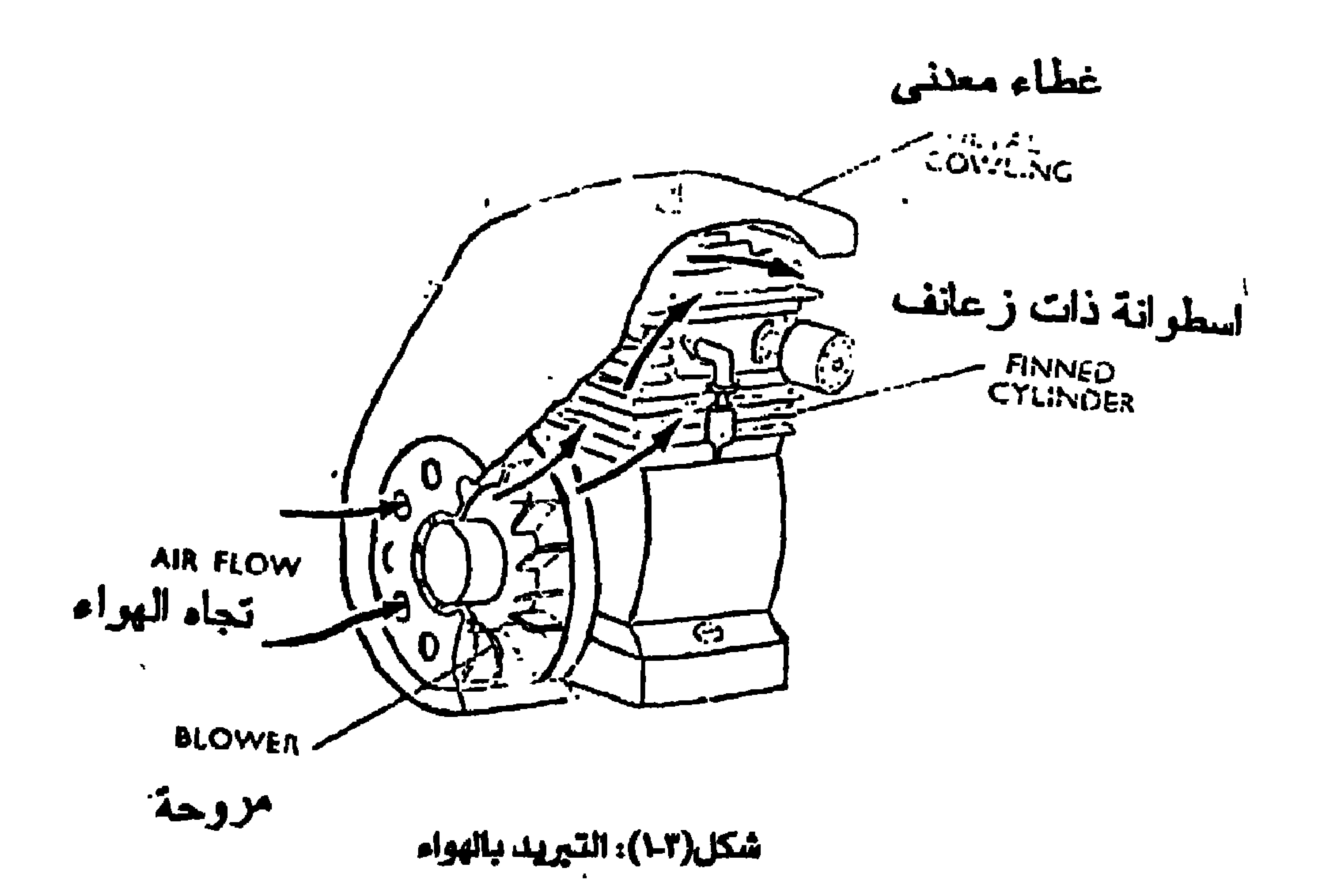
وهناك نوعين من أجهزة التبريد. أما تبريد مباشر بواسطة الهواء أو تبريد غير مباشر عن طريق المياه.

- التبريد بالهواء

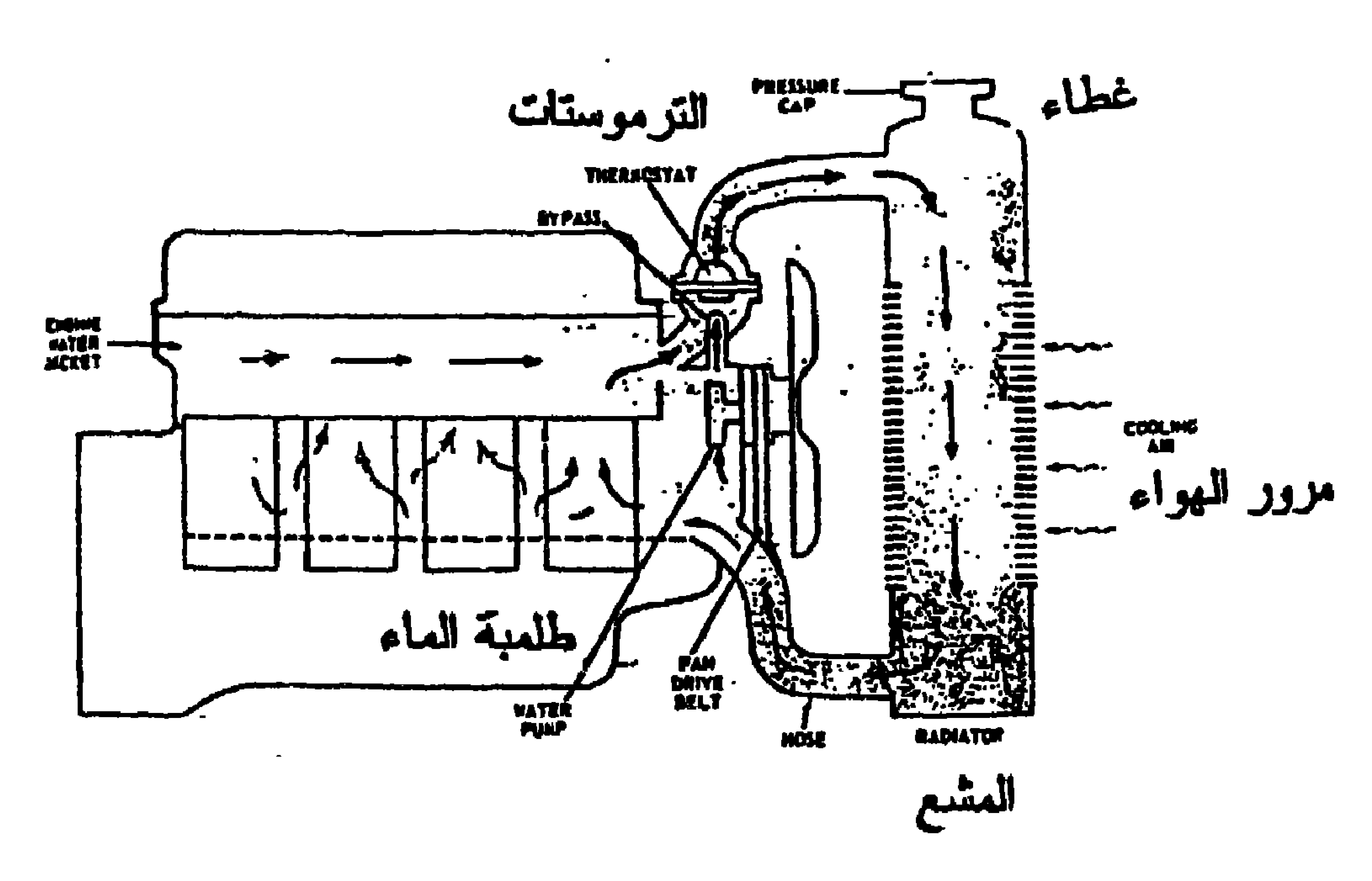
وفيه يمكن استخلاص كمية الحرارة من المحرك بواسطة مرور تيار من الهواء مباشرة على أسطوانات المحرك ويزيد من كفاءة عملية التبريد عن طريق زيادة مساحة سطح الاسطوانة عن طريق ريش خارجة من الاسطوانة شكل (٣-١). وتستخدم هذه الطريقة فى المحركات الصغيرة. وميزة هذا النوع من التبريد قلة الأجزاء المتحركة مع الجهاز وعدم الاحتياج إلى قدرة كبيرة له. ولكن كفاءته فى عملية التبريد تكون محدودة حيث أن كمية الحرارة تعتمد على معامل انتقال الحرارة للهواء وهذا المعامل صغير إذا ما قورن معامل التوصيل الحرارى للماء.

- التبريد بالمياه

ويستخدم مع المحرك ذات القدرة العالية ولذا يوجد على معظم الجرارات الزراعية. وشكل (٣-٢) يوضح رسما تخطيطيا لجهاز التبريد. وتتم دورة التبريد عن طريق سحب المياه الباردة من أسفل الرادياتير (المشبع) Radiator بواسطة مضخة تدار عن طريق سير والذى يأخذ حركته من عمود الكرنك. والماء الباردة ينتشر حول الأسطوانات فى ممرات تسمى قميص. وتنتقل الحرارة إلى الماء الذى يمر بعد ذلك إلى الرادياتير.



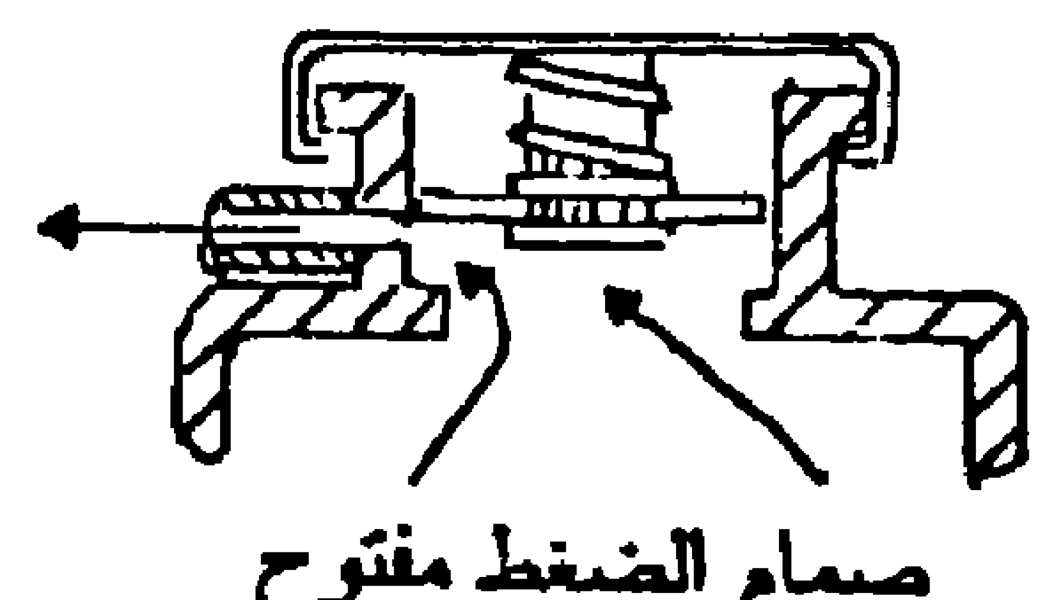
شكل(٣-١): التبريد بالهواء

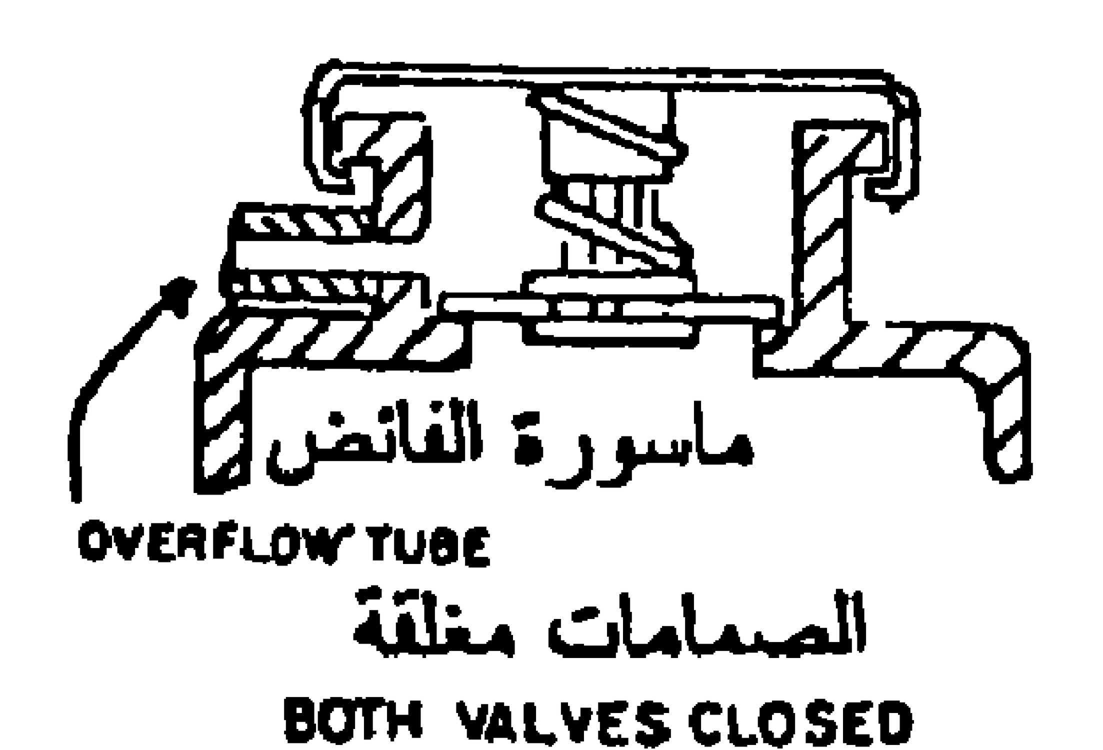


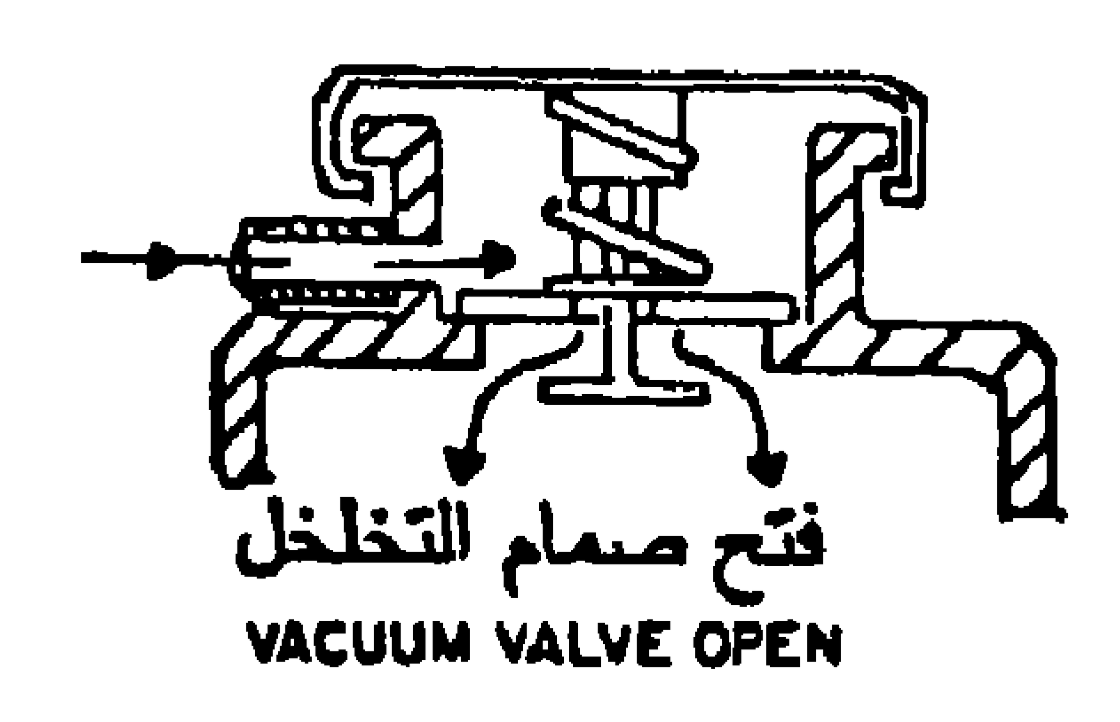
شكل (٣-٢): جهاز التبريد بالمياه

و الرادياتير عبارة عن خزانين علوى وسفلى تتصل بينهما مجموعة من المواسير الرأسية الرفيعة لزيادة المساحة السطح المعرض لانتقال الحرارة والمواسير الطولية لها معامل توصيل حرارى مرتفع. وبمرور تيار من الهواء بواسطة مروحة تدور بواسطة السير السابق الذكر حيث يمكن سحب الحرارة من الماء ويصل الماء إلى قاع الرادياتير باردا وتتكرر الدورة مرة أخرى. ومن المعروف أنه إذا توقفت المضخة عن العمل بالتالى لايتم سريان التبريد.

ويوجد فى طريق المياه (بين المحرك والرادياتير) صمام حرارى Thermostat يعمل على تنظيم درجة الحرارة المحرك. فعند بدء المحرك نجد أن درجة حرارة المياه منخفض وليس من الداعى فى البداية مرورها على الرادياتير لتبريدها أكثر ولكن يمكن الاحتفاظ بكمية الحارة المحملة بها بأن تعود هذه المياه ثانية حول المحرك والمساعدة فى بدء تقويم المحرك. وبعد أن يصل المحرك إلى درجة حرارة تتم عندها عملية التبريد فان الصمام الحرارى يفتح مسار للمياه متجها إلى الرادياتير بالطريقة العادية. وغطاء الرادياتير شكل (٣-٢) ينظم الضغط داخل الرادياتير حيث يحفظ الضغط تقريبا داخله على أكبر من الضغط الجوى بحوالى ٠,٥ بار وذلك حتى يرفع من درجة غليان الماء إلى حوالى ١١٠°م بدلا من ١٠٠ °م. وهذا يسمح للمحرك بالعمل عند درجات حرارة عالية نسبيا للحصول على كفاءة أعلى لعملية التبريد وفقد فى كمية الحرارة ويحتوى الغطاء على صمامين صمام ضغط وصمام تفريغ وصمام الضغط فى الغطاء يسمح بهروب بخار الماء من داخل الرادياتير اذا زاد عن حد معين أما صمام التفريغ يبدأ فى الفتح عند حدوث انخفاض فى الضغط أقل من اللازم داخل الرادياتير عند ايقاف المحرك وحدوث تكثيف بخار الماء داخل الرادياتير.







شكل (٣-٣): غطاء الرادياتير

الصيانة اللازمة لجهاز التبريد تتلخص فى النقاط التالية:

١- إختيار مستوى الماء فى الرادياتير لابد أن يكون مستوى الماء فى الراديـاتير لا يقل عن حوالى ٥سم من غطاء الراداياتير واذا احتاج الأمر يجب إضافة ماء نظيف إلى الراداياتير مع ترك فراغ فى عنق الراديـاتير لإعطاء فرصة للتمدد الذى يحدث للسائل داخله ويجب إجراء تلك العملية فى الصباح الباكر والمحرك بارد أما إذا كان هناك ضرورة إضافة ماء والمحرك ساخن فيجب ملاحظة إضافته بكميات قليلة إلى الراداياتير والمحرك يعمل حتى يتم خلط الماء البارد مع الماء الساخن حتى لا يحدث كسر فى أجزاء المحرك نتيجة إضافة ماء بارد على أجزاء ساخنة يؤدى إلى انكماش المفاجئ لأجزاء المحرك المتعدد المواد فيؤدى إلى شروخ لا ترى بالعين المجردة ولكنها تظهر مع استمرار تشغيل المحرك ويجب مراعاة الآتى:

- إذا كان المحرك ساخن جدا واحتاج الأمر إلى إضافة ماء إلى الراديـاتير فيجب إيقاف المحرك مدة عن التشغيل حتى تنخفض حرارته ثم تشغيل مرة أخرى وإضافة ماء إليه على فترات حتى يتم خلط الماء الساخن.

- إذا كان المحرك الساخن فلا تحاول فك غطاء الراداياتير مرة واحدة ولكن حاول أن تديره حوالى نصف لفة وتركه فترة حتى يعمل على تسرب الضغط من داخل الراداياتير ثم بعد ذلك يدار إلى حالة الفك الكاملة. وكن حريصا فى تلك العملية

وذلك عن طريق مسك الغطاء بقطعة من القماش وحاول أبعاد جسمك عن الرادياتير .

٢- الكشف عن جميع الوصلات فربما يكون هناك تسرب من ماء جهاز التبريد.

٣- الكشف عن فقاقيع من الغازات مع ماء التبريد فإذا وجدت فان هناك تسرب أما من جهاز العادم أو من جهاز سحب الهواء وهذه العملية يجب الكشف عنها قبل وصول الماء إلى درجة الغليان أى عند بداية تشغيل المحرك فى الصباح الباكر.

٤- الكشف عن وجود زيت على سطح ماء الرادياتير فهذا دليل على تسرب من زيت المحرك إلى دورة التبريد (وجود كسر أو شرخ فى المحرك).

٥- إذا كان متاح لك مواد ضد الصدا Anti-Dust فيجب إضافة الكمية اللازمة مع ماء الرادياتر حتى نمنع تواجد الصدأ الذى يعوق مرور المياه فى أنابيب الرادياتير الرفيعة.

٦- فى المناطق الشديدة البرودة تضاف مواد ضد تجميد المياهAnti-Freezing لخفض درجة تجمد الماء وفى المناطق الشديدة الحرارة العالية تضاف مواد ضد الغليان Anti-Boiling لرفع درجة غليان الماء عن ١٠٠°م.

٧- اختبر شد سير مضخة المياه وإذا احتاج الأمر فإنه يجب شده عن طريق طارة مركبة مع دينامو الجرار(السير الواصل من عمود الكرنك إلى المضخة يقوم أيضا بإدارة الدينامو).

٨- إذا احتاجت مضخة المياه إلى تشحيم فيجب إضافة جزء للكرسى المركبة عليه. ودائما المروحة والمضخة تدار بعمود واحد وغالبا مايكون لها تشحيم طويل الامد.

٩- بعد مدة تشغيل معينة فأنه يجب تغير ماء الرادياتير بآخر وغسيل الرادياتير بماء تحت الضغط (من صنبور مياه) حتى يتلخص من الشوائب والصدأ المعلق فى الرادياتير وتكون هذه العملية تتم حسب مواصفات فى كتالوج تشغيل الجرار وعلى الطريقة المتبعة لفك أجراء جهاز التبريد. ومن المتبع دائما أن يتم أن تشغيل المحرك فترة صغيرة قبل البدء فى فك اى جزء أو تفريغ المياه حتى تكون كل الشوائب مختلطة بالمياه ثم يبدأ فى عملية التغير المستمرة لمدة ويكون بوضع

خرطوم المياه فى عنق الرادياتير وترك الصنبور مفتوح ثم يغلق الصنبور ويملأ الرادياتير.

١٠- احيانا تترسب بعض الشوائب على ريش الرادياتير من الخارج وخصوصا أيام عملية دراس للقمح ، فيجب غسل هذه الشوائب بخرطوم من المياه تحت ضغط من الداخل إلى الخارج لسهولة خروج الشوائب.

٣-٢- جهاز الوقود Fuel System

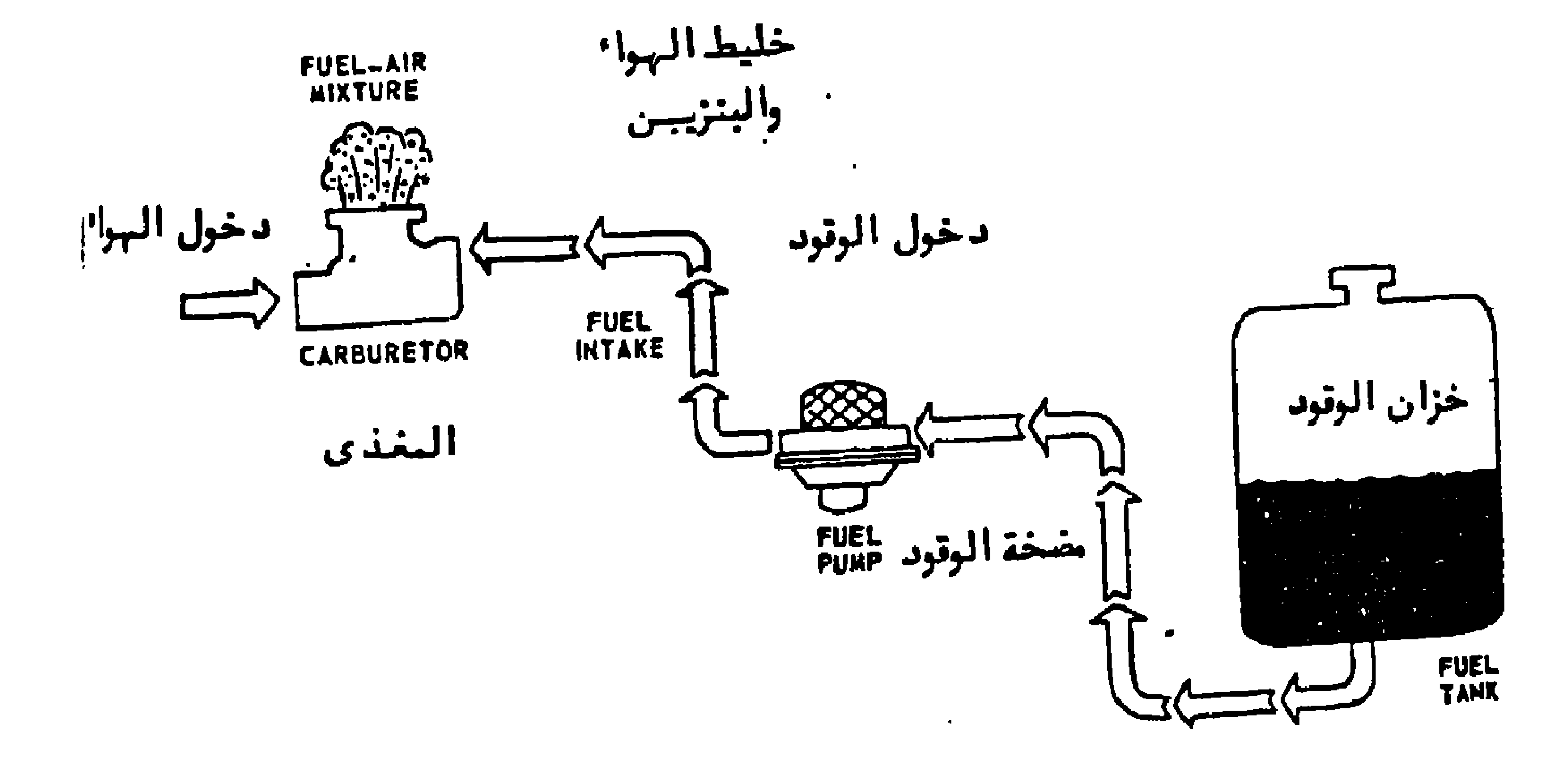
٣-٢-١- جهاز الوقود فى المحركات الاشتعال بالشرارة

فى محركات الاشتعال بالشرارة يتم تحضير خليط الوقود والهواء خارج الاسطوانة. ويتكون جهاز الوقود كما هو موضح فى شكل (٣-٤) من الأجزاء الأتية: خزان الوقود Fuel tank، مضخة الوقود Fuel pump، والفلاتر Filter والمغذى (الكاربوراتير .Carburetor).

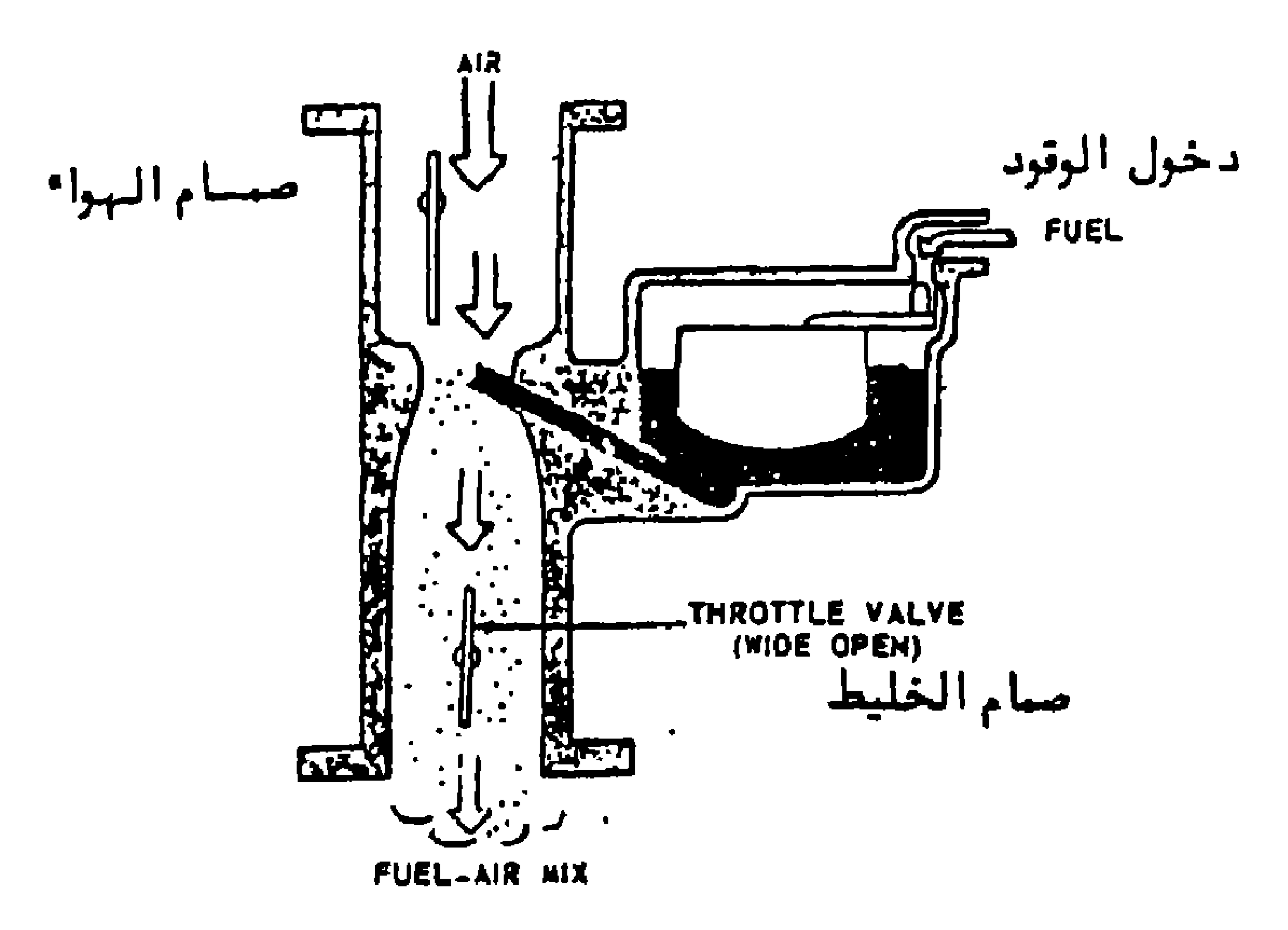
ووظيفة مضخة الوقود هى دفع الوقود من الخزان إلى المغذى. أما وظيفة المغذى هو تكوين خليط من الوقود والهواء بنسبة معينة طبقا لسرعة والحمل الواقع على المحرك.

يوضح شكل (٣-٥) التركيب المبسط للكاربوراتير حيث توجد عوامة تحدد مستوى الوقود داخل الغرفة على مستوى معين هو نفس المستوى لفونية Nozzle الكاربوراتير. ونلاحظ وجود صمامين داخل الكاربواتير الأول وهو صمام الهواء Chock Valve ويتحكم فى كمية الهواء الداخلية إلى الكاربوراتير والثانى وهو صمام المخلوط Throttle Valve ويتحكم فى كمية مخلوط الهواء والبنزين الذاهبة إلى المحرك. ويوجد إختناق حول الكاربوراتير ليحدث تفريغ فى تلك المنطقة مما يسبب زيادة سرعة الهواء نتيجة ذلك يقوم الهواء بسحب كمية من الوقود من الفونية ويحدث لها ترذيذ فى تيار الهواء المار. ويندفع هذا المخلوط من الهواء ورذاذ الوقود إلى الأسطوانة عن طريق صمام فى مشوار السحب.

واثناء بدء إدارة المحرك يكون المحرك باردة وبالتالى يكون صمام الهواء فى وضع مغلق حتى يسمح بأقل كمية من الهواء بالمرور وهذا بالتالى يؤدى إلى زيادة فى نسبة البنزين إلى الهواء المندفع إلى المحرك مما يسرع فى عملية بدء حركته. ولكن بعد إدارة المحرك ووصوله ألى درجة حرارة مناسبة يكون وضع هذا الصمام مفتوح كاملا حتى تكون نسبة البنزين إلى الهواء بالقدرة الذى يسمح بإدارة المحرك. ويمكن زيادة سرعة المحرك عن طريق الضغط على رافعة البنزين التى تؤدى إلى فتح صمام المخلوط وبالتالى تزيد كمية المخلوط المار إلى المحرك.



شكل (٣-٤): جهاز الوقود لمحركات الإشتعال بالشرارة



شكل (٣-٥): المغذى الكاربوراتير Carburetor

٣-٣-٢- جهاز الوقود فى محركات الاشتعال بالضغط :

تتكون دورة الوقود لمحركات الديزل كما فى شكل (٣-٦) من الأجزاء الأتية:

١- خزان الوقود . ويجب أن يكون بسعة كافية لكمية الوقود اللازمة لاستهلاك ٨ ساعات تشغيل يوميا على الأقل.

٢- مضخة التوصيل — ووظيفتها سحب الوقود من الخزان ودفعه إلى مضخة الحقن من خلال الفلتر.

٣- فلتر الوقود-تنقية الوقود من اى شوائب موجودة فيه واحيانا يوجد اكثر من فلتر

٤- مضخة الحقن - توقيت وتحديد وتوصيل كمية الوقود الى الأسطوانة تحت ضغط عالى خلال فونية الرشاش

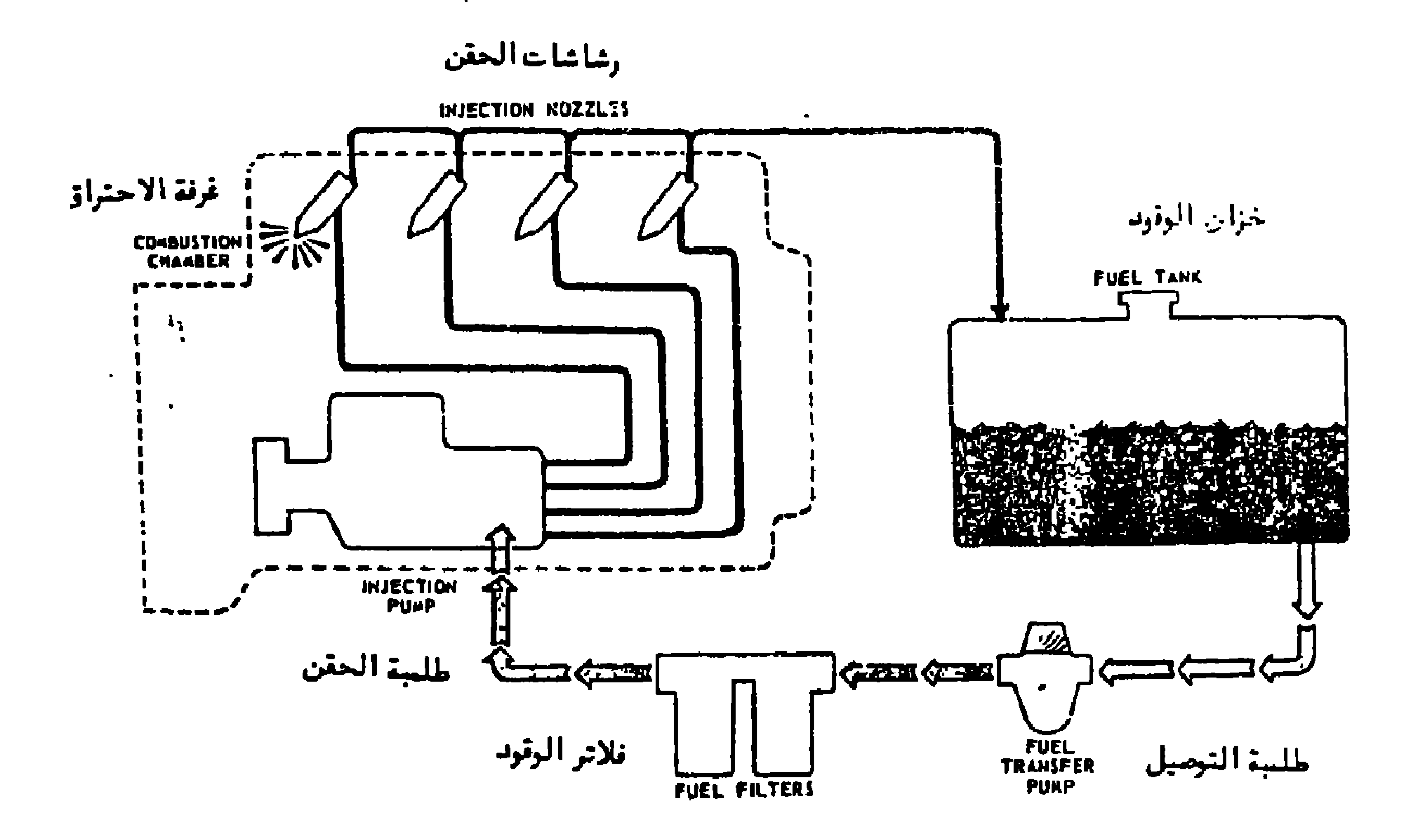
٥- الرشاش : ترذيذ الوقود داخل الأسطوانة حتى يتم خلطه بالهواء الساخن لسهولة عملية الاشتعال.

ويهتم بتنقية الوقود فى محركات الديزل للأسباب الآتية :

١- نوع الوقود المستخدم هناك هو السولار وهو غالبا ما يكون به نسبة من الشوائب والتى يجب التخلص منها قبل مرورها على فونية الرشاش أو مضخة الحقن

٢- تعتبر مضخة الحقن والرشاشات من الأجهزة الغالية الثمن والدقيقة الصنع وايضا المكلفة عند ضبطها فإذا وجدت شوائب فى مضخة الحقن فأنها تتآكل بسرعة وبالتالى يحدث انخفاض فى ضغط معدل سريان الوقود الى الأسطوانة مما يؤدى الى عدم كفاءة ترذيذ الوقود - وممكن تصور صعوبة هذه المشكلة اذا عرف ان الخلوص لكلا الجهازين يكون صغيرا جدا وانه من المستحيل المحافظة على هذا الخلوص مع اى شوائب.

ولهذا فيوضع اكثر من فلاتر للوقود وهذا لضمان حجز كل الشوائب قبل وصولها الى الحقن أو الرشاش ويوضح شكل (٣-٧) فلتر التنقية وهو عبارة عن ورق مماثل لورق الترشيح ذو مسام معينة ومصنع بشكل خاص لزيادة مساحة التنقية وموضوع فى علبة معدنية.



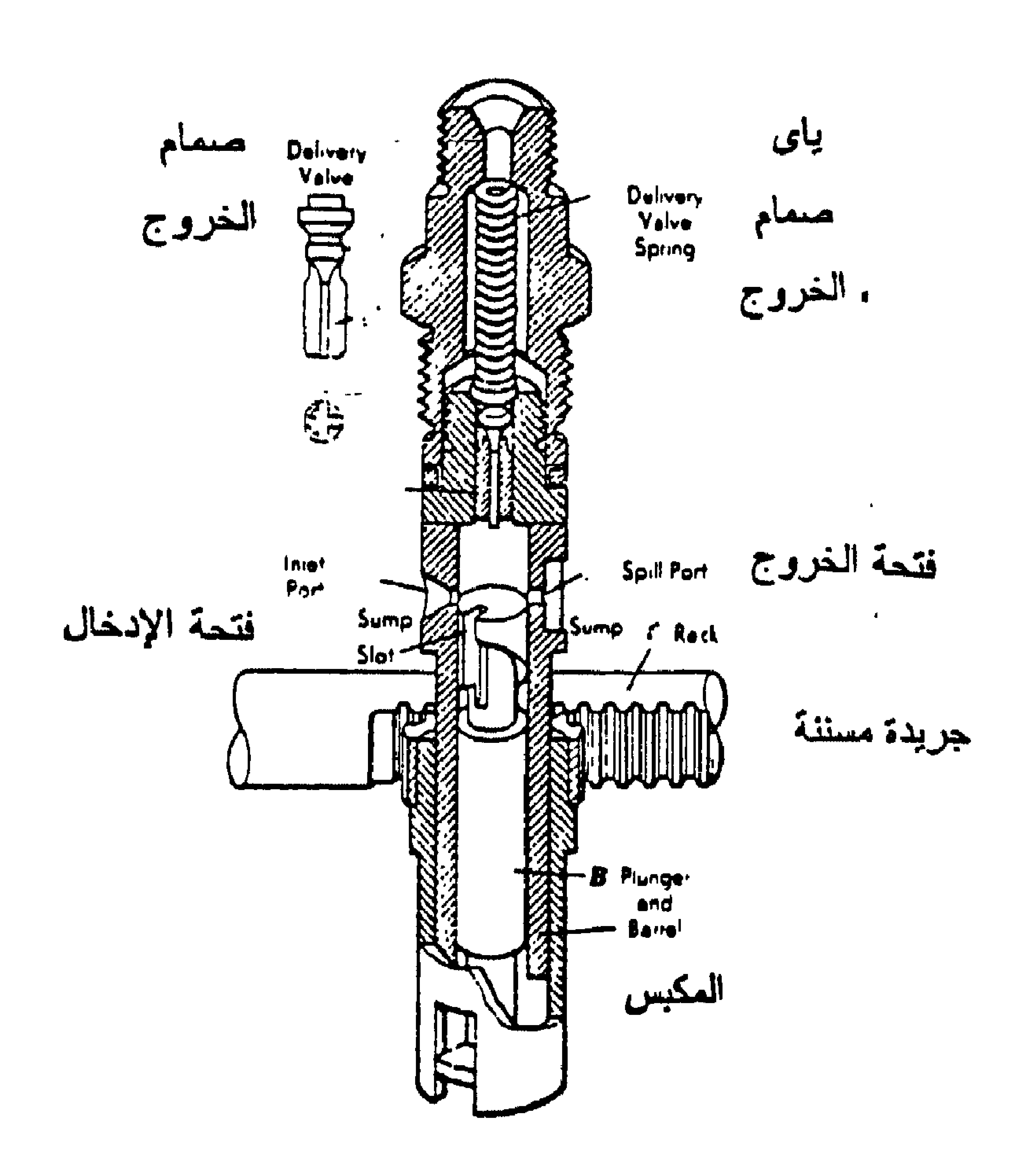
شكل (٣-٦): جهاز الوقود لمحركات الاشتعال بالضغط (ديزل)

شكل (٣-٧): فلتر الوقود

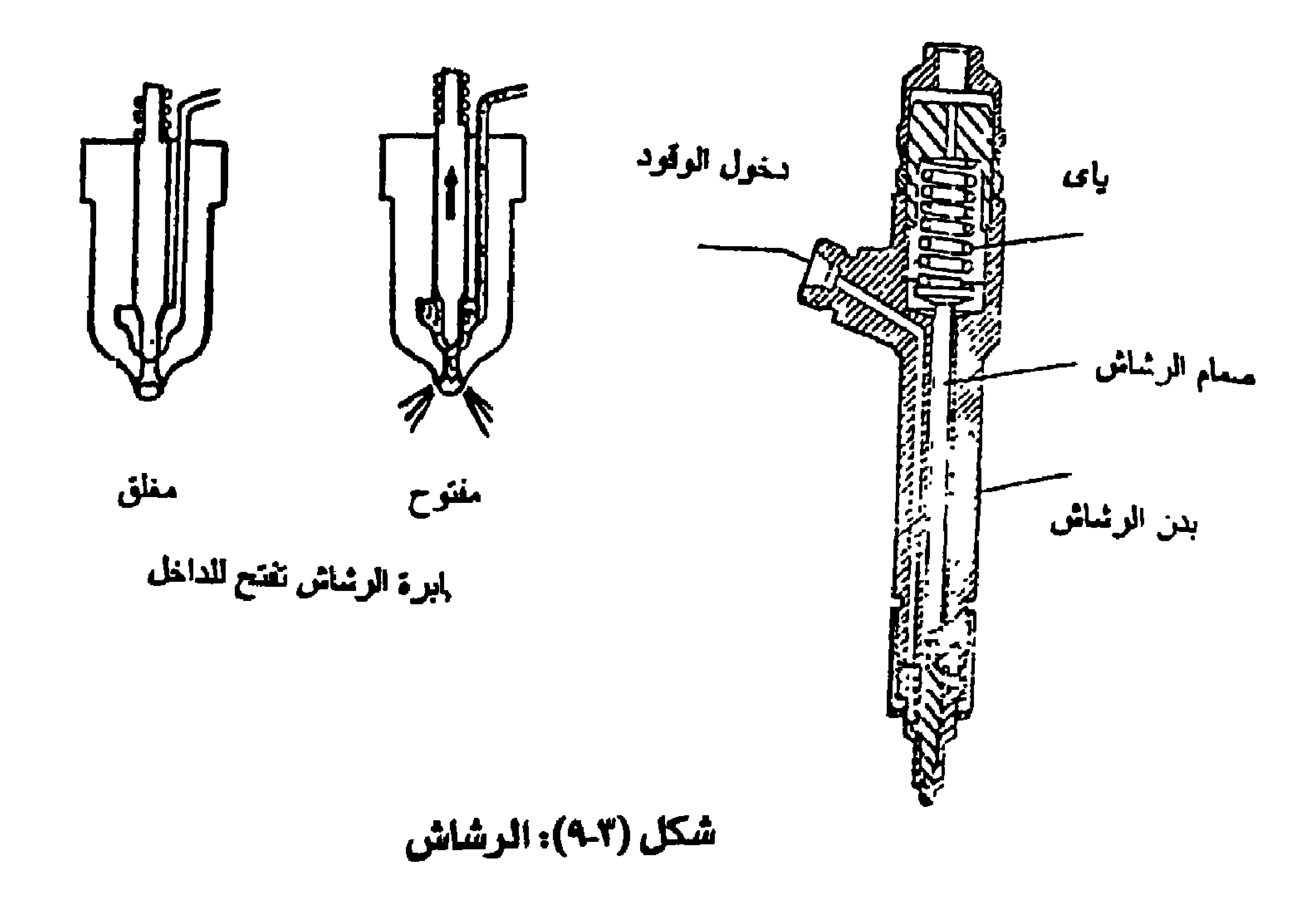
ومضخة الحقن (شكل ٣-٨) تتكون من مجموعة من المضخات (طلمبات) يكون عددها مساو لعدد اسطوانات المحرك والمجموعة كلها تأخذ حركتها من عمود الكرنك خلال مجموعة من التروس وكل مضخة تحتوى على مكبس صغير يتحرك داخل اسطوانة عن طريق كامة. ويوجد أعلى الاسطوانة صمام بزنبرك يعمل تحت تأثير ضغط الوقود المندفع إلى الأسطوانة ويسحب الوقود عندما يكون المكبس فى اسفل وضع له فعندما يتحرك المكبس إلى أعلى دافعا أمامه شحنة الوقود خلال الفتحة العلوية عندما يكون ضغط الوقود اكبر من ضغط الياى والتحكم فى كمية الوقود الذاهبة إلى الرشاش يوجد أعلى المكبس تجويف حلزونى يهيىء فراغ صغير يعمل على تخفيف الضغط أمام المكبس عند وصول أمام الفتحة ، فالمكبس يتحرك مسافة راسية قبل تسرب الضغط من خلال الفتحة والمسافة الراسية يمكن تغيرها عن طريق دوران المكبس وبالتالى الحلزون. فإذا حدث دوران للمكبس حول محورة فى اتجاه السهم عن طريق الجريدة المسننة فان المسافة تتغير إلى مسافة أخرى اصغر وبالتالى فان كمية الوقود التى تندفع إلى الرشاش أثناء هذا الوضع تكون اقل من مثيلتها فى الوضع الأول ويمكن الإقلال من كمية الوقود بزيادة تحرك المكبس حول محورة فى نفس الاتجاه وتوجد مجموعة من الروافع تمكن السائق أن يتحكم فى كمية الوقود بالضغط بالقدم اليمنى على دواسة الوقود (الاكسلتير) أو رافعة فى متناول يده عن طريقها يمكن احدث حركة لتلك الجريدة المسننة والتى بدورها

يمكن التحكم فى كمية الوقود المندفعة إلى الرشاش بالزيادة أو النقصان وبالتالى تزيد أو تقل سرعة دوران عمود الكرنك بالمحرك.

ويندفع الوقود الواصل إلى الرشاش (شكل٣-٩) من خلال فتحة صغيرة موجودة فيه فإذا كان ضغط الوقود أعلى من ضغط الياى الموجود على إبرة الرشاش فان الإبرة تتحرك إلى أعلى ويخرج الوقود من الفتحة على هيئة رذاذ رفيع أما فى حالة انخفاض الضغط من مضخة الحقن فان الإبرة تغلق مسار الوقود إلى الاسطوانة بفعل تأثير قوة الياى.



شكل (٣-٨): مضخة حقن الوقود



شكل (٣-٩): الرشاش

ومن المعتاد بعد اى عملية تجرى لجهاز الوقود (إصلاح - تغير - صيانة) فان المواسير المعدنية للوقود تحتوى على فقاقيع هواء تعوق سير الوقود ولهذا يجب التخلص منها عن طريق مضخة تسمى بمضخة التحضير والتى تضمن بها وصول الوقود إلى مضخة الحقن وتتم هذه العملية بفك مسمار صغير فى مضخة حقن الوقود وبالضغط على رافعة موجودة بمضخة التحضير لأعلى ولأسفل حتى يتاكد من خروج فقاقيع الهواء وفى نفس لوقت يعاد ربط المسمار إلى وضعه الاصلى.

ويجب الاهتمام بعمليات الصيانة لجهاز الوقود سواء كانت اليومية منها أو الدورية والصيانة اليومية تتم للتخلص من الشوائب والماء المترسب عن طريق فك الكباية الزجاجية بعد غلق صمام الوقود من الخزان وتنظيفها وإرجاعها إلى مكانها بإحكام. و أحيانا توجد صامولة تحت كل من الفلتر ومضخة الحقن لترسيب الشوائب فيمكن فكها والتخلص من المواد المترسبة. ويجب تموين الجرارات من الوقود بعد الانتهاء من العمل اليومى حتى يتم طرد الهواء وبخار الماء من الخزان حتى لا يتم تكثيف بخار الماء داخل خزان الوقود ويترسب فى قاع الخزان مما يؤدى إلى أضرار

بالغة بالمحرك أثناء تشغيله فى الصباح. ولذا يجب ملئ خزان الوقود بعد الانتهاء من العمل اليومى وحتى يكون الجرار جاهز للعمل فى الصباح الباكر.

أما بالنسبة للصيانة الدورية اللازمة لفلتر الوقود فيجب الكشف عن الوقت اللازم لتغير جزء الترشيح فى الفلتر عند ميعاد تغيره بآخر جديد. فدائما فلتر المرحلة الأولى (الفلتر الخشن) يتم تغير كل ٥٠٠ ساعة تشغيل أما الفلتر الثانى (الفلتر الناعم) فيتم تغييره كل ١٠٠٠ ساعة تشغيل. ويمكن إجراء تنظيفه عن طريق غلق صمام الوقود أسفل الخزان ثم فك الفلتر وغسله فى سائل التنظيف وهو الكيروسين ويعاد إلى مكانه بإحكام ولايستخدم البنزين فى عمليات التنظيف.

٣-٤- جهاز تزييت المحرك

من المعروف أن أى حركة بين جسمين تؤدى إلى احتكاك سطحى التلامس بينهما ، ونتيجة لوجود الاحتكاك بين الأسطح المتحركة، ونتيجة الاحتكاك تنتج طاقة حرارية والتى يجب التخلص منها حتى لا تؤثر على خواص المواد المتحركة. ولتقليل طاقة الاحتكاك وبالتالى الطاقة الحرارية يجب تنعيم سطح الاحتكاك حيث أن مقاومة الاحتكاك تعتمد على القوة العمودية على سطح الاحتكاك وعلى معامل الاحتكاك بين السطحين والذى بدورة يعتمد على درجة خشونة السطحين.

فوائد عملية التزييت تتلخص فى الآتى:

١- تقليل الاحتكاك أو تقليل تآكل الأجزاء المتحركة وبالتالى الطاقة الحرارية الناتجة عن عملية الاحتكاك.

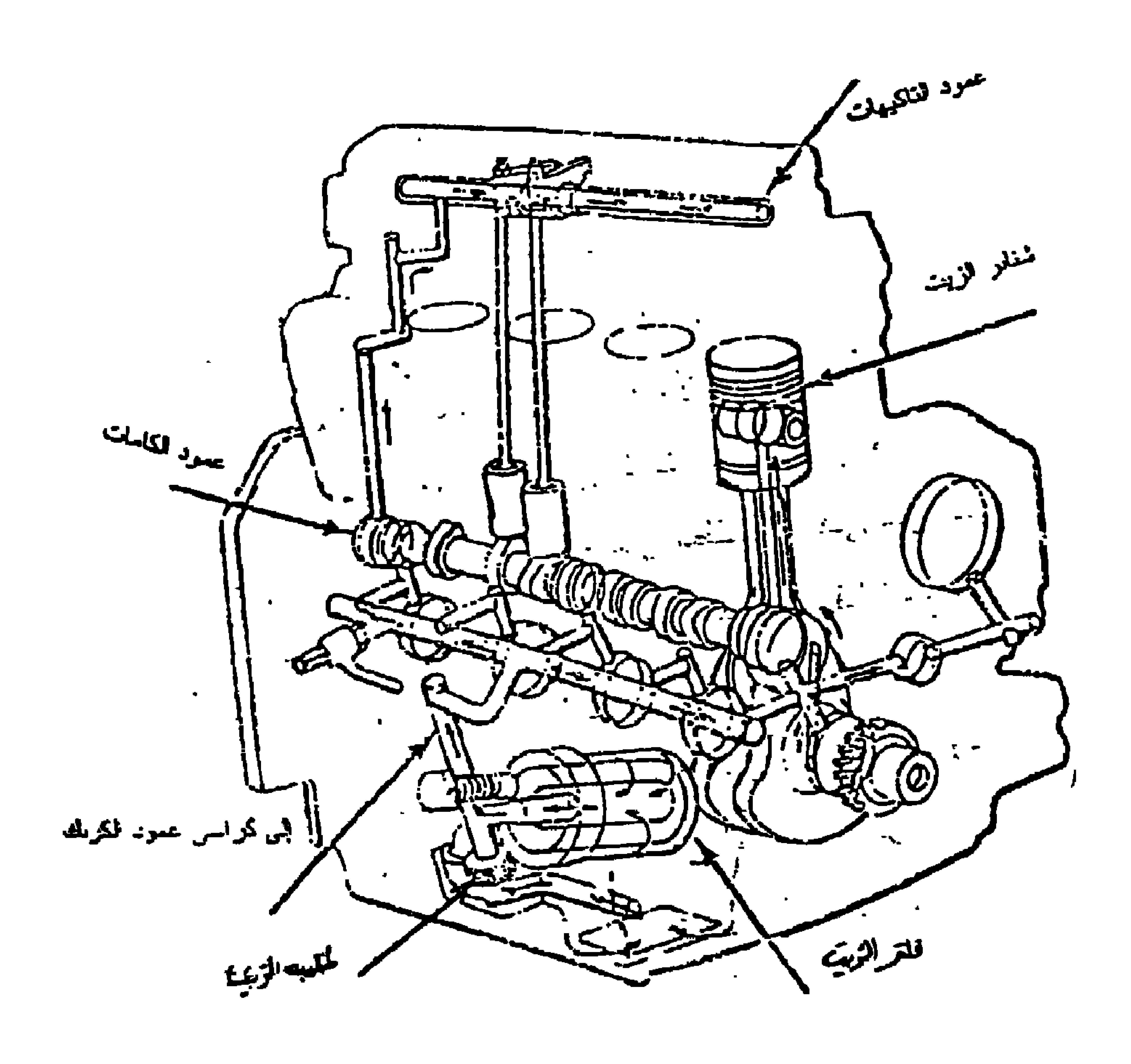
٢- تعمل طبقة الزيت على إحكام الضغط داخل الأسطوانة فتمنع تسرب الغازات حول المكبس.

٣- يعتبر الزيت وسطا لانتقال الحرارة فتساعد فى عملية تبريد المحرك.

٤- يعمل على سهولة حركة الأجزاء المتحركة ونظافتها عن طريق سحب الشوائب المترسبة والناتجة من عملية الاشتعال.

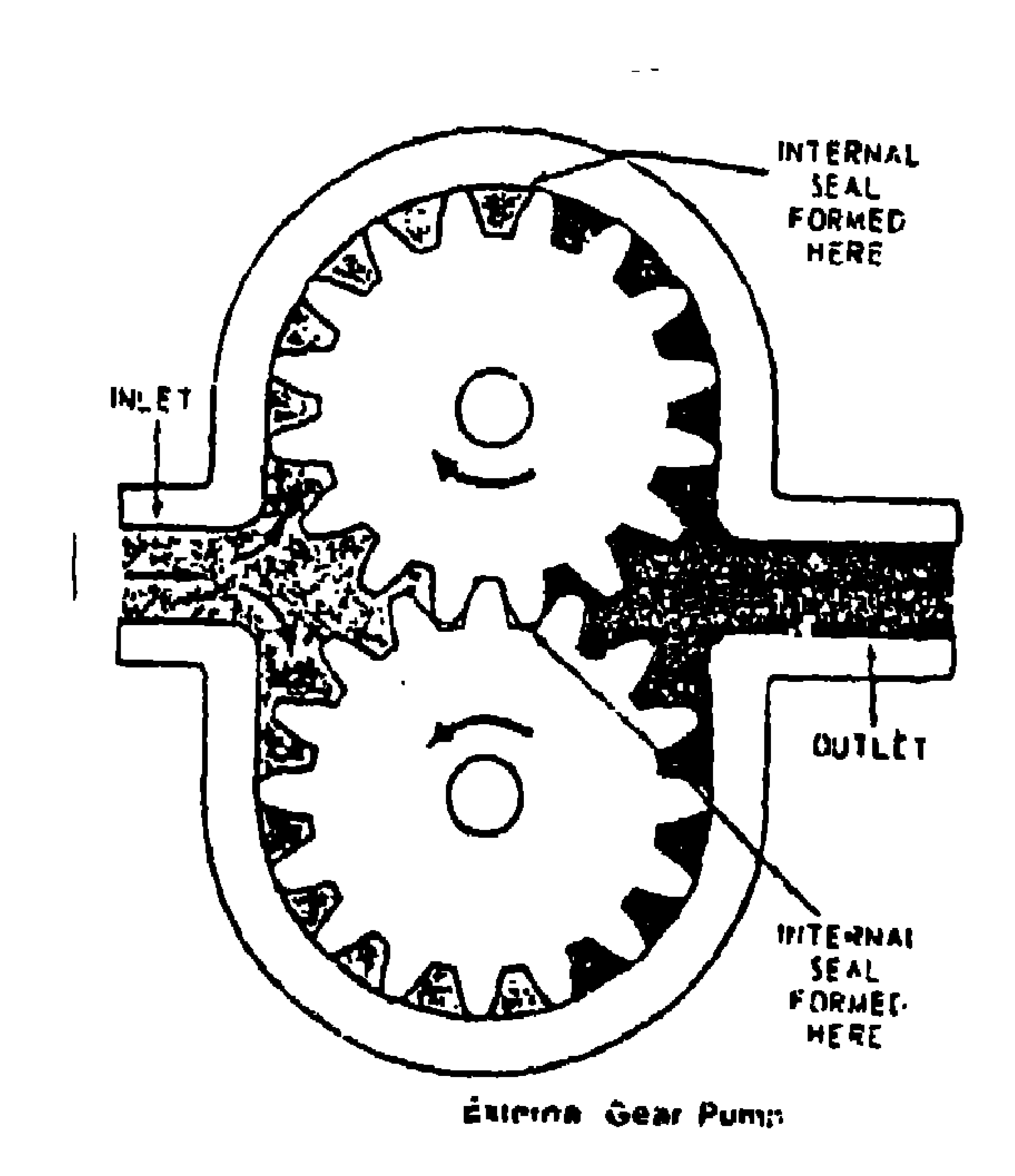
وعملية التزييت من العمليات الهامة فى محرك الجرار. ودورة التزييت كما توضح شكل (٣-١٠) تتكون أساسا من:

مضخة الزيت ،	Oil Pump
علبة الكرنك (الكارتير)	Crank Case
فلتر الزيت	Oil Filter
صمام التحكم فى الضغط	Pressure Regulator
مقياس ا لضغط	Pressure Gauge
مقياس لتحديد مستوى الزيت	Oil Stick



شكل (٣-١٠): جهاز التزييت

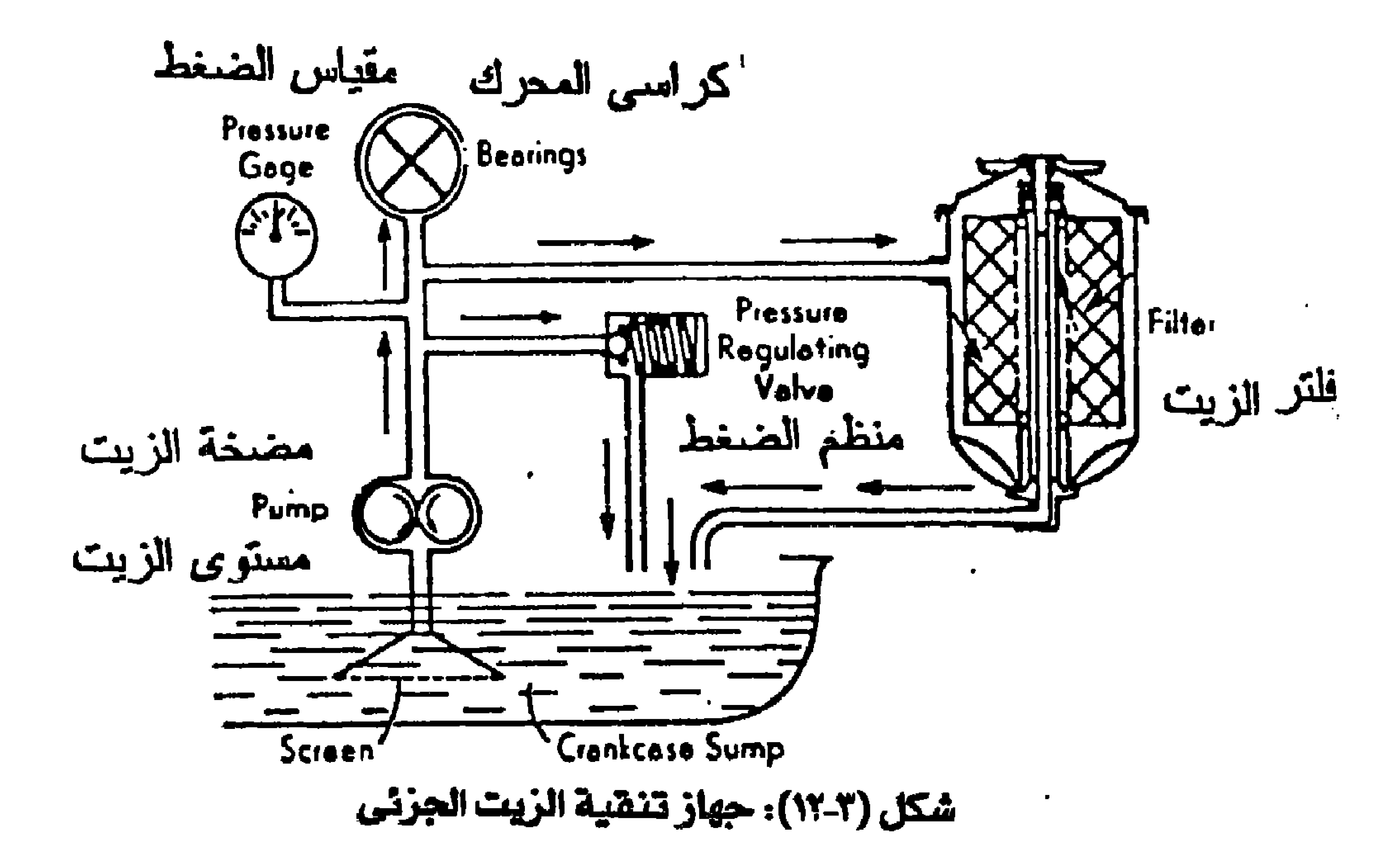
والمضخات (الطلمبات) المستخدمة (شكل٣-١١) فى جهاز التزييت هى من النوع الترسى Gear Pump أو الدوارة Rotary Pump وقد تسمى هذه المضخات بالمضخات الموجبة الإزاحة وهذا النوع يستخدم فى حالة الضغط العالى. عند دوران ترس المضخة يحجز الزيت بين فراغات أسنان الترس وعلبة المضخة وباستمرار الدوران فان الزيت المحجوز يكون تحت ضغط عالى فيندفع الى باقى جهاز التزييت، وطالما أن هذا النوع من الطلمبات هى من النوع الإيجابى الإزاحة فيجب وضع صمام أمان بعد المضخة فإذا حدث أى عطل فى فى سريان الزيت فأن الصمام يقوم بعمل دورة مغلقة للزيت من الخزان وإليه مرة ثانية دون أن يمر على بقية أجزاء التزييت، وحتى لا يحدث كسر فى المضخة. وأيضا يمكن التحكم فى الضغط اللازم لوصول الزيت لأجزاء المحرك عن طريق زيادة قوة الياى. وعلبة الكرنك تحتوى على كمية معينة من الزيت مصممه أساسا على كمية اللازمة لعملية التزييت لفترة معينة من عدد ساعات تشغيل المحرك دون تغييره. وتستخدم عصاه لقياس الزيت داخل علبه الكرنك (الكارتير).



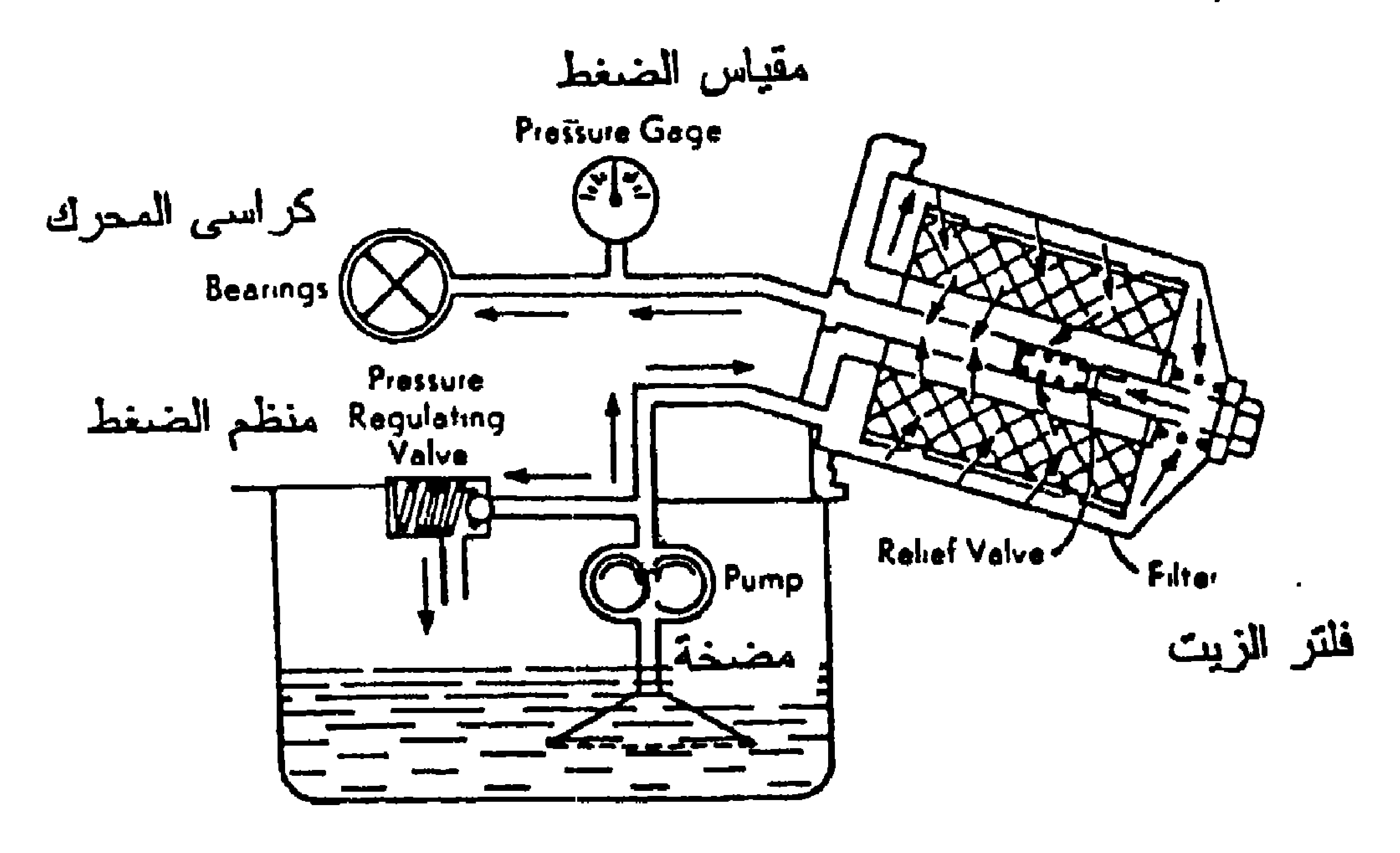
External Gear Pump

شكل (٣-١١): مضخات (طلمبات) الزيت

والمضخة تدفع الزيت داخل فجوات رقيقة فى عمود الكرنك ثم إلى ذراع التوصيل حتى يصل إلى البنز ومنها إلى فجوات شنابر الزيت لتصل إلى جدار المكبس والأسطوانة. ويمكن كشط الزيت الزائد بواسطة شنابر الزيت أو شنابر الكبس اثناء تحرك المكبس إلى أسفل مرة ثانية إلى الكارتير. ويمر الزيت على فلتر لتنقيته وهو مشابه تقريبا لفلتر الوقود وهناك نوعين طرق، والطريقة الأولى شكل (٣-١٢) تسمى طريقة التنقية الجزئية حيث أن الفلتر يقوم بتنقية جزئية للزيت من الشوائب الكربونية الناتجة عن عملية الاشتعال أما بقية الزيت الذاهب إلى أجزاء المحرك ليس من الضرورى أن يمر على فلتر التنقية، والطريقة الثانية شكل (٣-١٣) وتسمى بالتنقية الكلية حيث أن كل الزيت الذاهب إلى أجزاء المحرك لابد من مرورفلتر التنقية أولاً وميزة النوع الأول أنه إذا حدث عطل فى الفلتر تنيجة انسداده مثلا فهناك ضمان لوصول الزيت ايضا إلى المحرك لو أن تنقيته كانت جزئية حيث أنه اذا حدث عطل فى الفلتر فأن الزيت لايصل إلى المحرك مما يعرضه لاضرار عدم التزييت، وعليه فان هذا النوع من طرق التزييت يجب تغير مرشح الفلتر عند عدد ساعات تشغيل أقل من الطريقة السابقة حتى لا يتعرض للأنسداد.



شكل (٣-١٢): جهاز تنقية الزيت الجزئى



شكل (٣-١٣): جهاز تنقية الزيت الكلى

والزيت المستخدم فى عملية التزييت وهو الوسط الذى يقوم بتلك العمليات السابقة يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية:

١- له المقدرة على الاحتفاظ على فيلم رقيق بين الأجزاء المتحركة.

٢- المقاومة للحرارة المرتفعة حتى لا تتغير خواصه بسرعة.

٣- لا يعمل على تآكل أو صدأ لأجزاء المحرك.

٤- إلا يلتصق بالأجزاء المتحركة مما يعوق حركتها.

٥- إلا يعمل على تكوين مواد صمغية.

٦- له من السيولة بحيث تمكنه من السريان عند درجات الحرارة المنخفضة.

ولهذا تضاف إلى الزيوت المستخدمة فى عملية التزييت بعض المواد لتهيئتها للعمل لتفى بالأغراض السابقة وهى:

١- مواد مانعة لتآكل المواد المعدنية.

٢- مواد مانعة للأكسدة عند درجات الحرارة العالية.

٣- مواد مانعة للصدأ.

٤- مواد منظفة.

والزيوت المستخدمة تختلف فى درجة لزوجتها ويأخذ كل زيت درجة محددة معترف بها مثل ٤٠-٣٠-٢٠-١٠-٥ ، والدرجات المنخفضة تستخدم مع المحركات فى فصل الشتاء أما الزيوت ذو الدرجات العالية تستخدم فى فصل الصيف. وتوجد زيوت جديدة متعددة الدرجات يمكن استخدامها صيفا وشتاءا مثل (٢٠-٤٠)

الصيانة اليومية لزيت المحرك تتمثل فى اختبر مستوى الزيت فى علبة الكارتير فى الصباح الباكر عن طريق عصاه الزيت (مقاس مستوى الزيت). ويجب أن تكون مستوى الزيت بين العلامتين المحددتين لذلك. واذا استدعت الظروف أن يقاس الزيت أثناء تشغيل المحرك فأنه يجب إيقاف المحرك وتركه لمدة ١٠ دقائق حتى يبرد ونتأكد أن الزيت حصل له تصفية من الاماكن المراد تزييتها. واذا احتاج المحرك زيت فيجب إضافة الكمية اللازمة فقط ويجب عدم اضافة كمية زيادة . أما الصيانة الدورية فيجب تغير الزيت الموجود فى الكارتير كل فترة تشغيل وهى حوالى ١٠٠ ساعة وأحيانا أقل من ذلك إذا كانت ظروف التشغيل على الحمل الكامل باستمرار ويمكن معرفة ذلك عن طريق ملمس الزيت اللزج والمحتوى على شوائب وكربون أكثر من اللازم ويفضل مع كل تغير للزيت ان تغير الفلتر ايضا. واحيانا صامولة (طبة) تغير الزيت تكون ممغنطة لحجز أى مواد معدنية (رايش) ويمكن التخلص من هذا الرايش عن طريق تقريب المضخة إلى مغناطيس آخر.

وبزيادة تسرب الشوائب على الفلتر فان فتحات الفلتر تعوق مرور الزيت خلاله وبالتالى تؤدى إلى زيادة فى الضغط اللازم للمرور خلاله. ويمكن ملاحظة الضغط فى مانوميتر الضغط الموجود فى تابلوه الجرار. فإذا حدثت هذه الزيادة المفاجئة فى الضغط فان الفلتر يحتاج إلى تغييره بآخر وهذا ما يحدده الكتالوج الخاص بصيانة وتشغيل الجرار.

- انخفاض فى ضغط الزيت أقل من اللازم يكون راجع إلى احد الأسباب الآتية:

١- مستوى الزيت فى علبه الكرنك (الكارتير) أقل من اللازم.

٢- تآكل فى كراسى المحرك.

٣- تآكل فى مضخة الزيت.

٤- تسرب الزيت من الفلتر أو من المضخة.

٥- ياى منظم الضغط تآكل ، أو ضبط منظم الضغط.

- إرتفاع فى ضغط الزيت عن اللازم يكون راجع إلى الأسباب الآتية:

١- الزيت المستخدم ذو لزوجة زيادة عن اللازم.

٢- عدم عمل منظم الضغط أو يحتاج إلى ضبطه.

من المعتاد أن يحدث استهلاك الزيت مع ظروف التشغيل العادية نتيجة وجود طبقة من الزيت بين شنابر المكبس والأسطوانة فيتم احتراق جزء من هذا الزيت ولكن اذا كان هناك زيادة عن اللازم فان دليل على وجود خطأ فى المحرك ويمكن تلافيه باتباع النقاط الاتية:

١- تأكد أولا من الزيت المستخدم بالوزن وبالدرجة والنوع المناسب لموسم التشغيل كالمدون فى كتالوج تشغيل الجرار.

٢- تأكد أن المحرك قد حمل بالحمل الكامل لمدة كافية حتى تثق من أن الشنابر ارتكزت فى المجارى الخاصة بها. فهناك إستهلاك فى الزيت فى فترة التشغيل الأولى وتكون حوالى ٢٥٠ ساعة.

٣- اختبر ضغط الزيت ربما تحتاج إلى ضبط منظم الضغط. فالضغط أزيد من اللازم يسبب زيادة فى استهلاك الزيت لزيادة الكمية المدفوعة إلى الأماكن المراد تزييتها. وأيضا اختبر فتحة تهوية علبة الكارتير فربما أن تكون مسدودة فيؤدى إلى زيادة فى الضغط داخل علبه الكارتير.

٤- تأكد من أنه لايوجد تسرب خارجى فى الزيت من الكارتير حتى ولو كانت كمية صغيرة جداً، وتأكد من أحكام الجوانات الأمامية والخلفية Oil Seal الموجود فى نهايتى عمود الكرنك.

٥- تآكل فى كراسى ذراع التوصيل يزيد من استهلاك الزيت.

٣-٤ جهاز تنقية الهواء

يوجد مع كل محرك جهاز للسحب وهو كجهاز التنفس له. فمثلا فى محركات الاشتعال بالشراره يتم خلط البنزين مع الهواء النقى خارج المحرك فى الكاربوراتير . ويتم دخوله إلى المحرك عن طريق صمام السحب فى شوط السحب. أما فى محركات الأشتعال بالضغط يتم سحب الهواء النقى إلى الأسطوانة من خلال صمام السحب. ويتم طرد غازات العادم فى كلا المحركين خلال صمام العادم فى شوط الطرد. أما فى محركات الاشتعال بالضغط يتم سحب الهواء النقى إلى الأسطوانة من خلال صمام السحب. وعليه فى كلا المحركين يجب سحب هواء نقى خالى من الأتربة المعلقة. ودائما نجد أن مناطق تشغيل الجرارت هى المزارع واراضى الاستصلاح اى أن نسبة الأتربة فى الهواء غالباً ما تكون مرتفعة . وهذه الكمية من الأتربة يجب العمل على حجزها خوفا من دخولها إلى المحرك. ولكن كفاءة الأجهزة المستخدمة فى عملية التنقية تحد من إمكانية حجز كل هذه الكمية من الأتربة وذلك لأن الأتربة تختلف فى حجم ذراتها والتى تدخل إلى المحرك هى الأتربة الصغيرة جداً والتى لا يمكن حجزها فى جهاز التنقية. وتتراوح كفاءة أجهزة التنقية بين ٩٥٪ - ٩٩٪ ومعنى هذا هناك نسبة من هذه الأتربة تدخل بالفعل إلى المحرك وهذه النسبة لا تتعدى من ١-٥٪. وأهمية منقى الهواء ترجع إلى أن الكمية الكبيرة من الهواء المستهلك فى المحرك يكون بها من الشوائب والأتربة ما يكفى لتآكل المحرك وأجزائه المتحركة فى ساعات قليلة إذا لم تتم تنقية هذا الهواء قبل دخوله إلى الاسطوانات وسعة منقى الهواء لابد أن تكفى لحجز الشوائب الموجودة فى الهواء لفترة من التشغيل معقولة قبل تنظيفه واحيانا يستخدم فلتر ذو المراحل وخصوصا مع المحركات التى تعمل تحت ظروف تركيز أتربة عالى.

الأنواع الرئيسية لمنقى الهواء

- منقى ابتدائى Pre-Cleaner

يوضع هذا الفلتر فى أعلى منطقة للجرار ويقوم أساسا بحجز جزيئات الأتربة ذو الحجم الكبير قبل دخوله إلى المنقى الرئيسي وهذا ما يقلل من الحمل

الواقع عليه وبالتالى تزداد فترات الصيانة المطلوبة ويوضح شكل (٣-١٤) منقى الهواء الإبتدائى. و صيانة فلتر الهواء تكون محددة عن طريق كتالوج الشركة المصنعة للمحرك. فمثلا كل ٨ ساعات تشغيل (يوميا) يجب الكشف عن المنقى الابتدائي وتنظيفه من الأتربة المحجوزة به وإذا كان المنقى يحتوى على شبكة فيجب تنظيفها من الشوائب المتعلقة.

- منقى الهواء الجاف Dry Air Cleaner

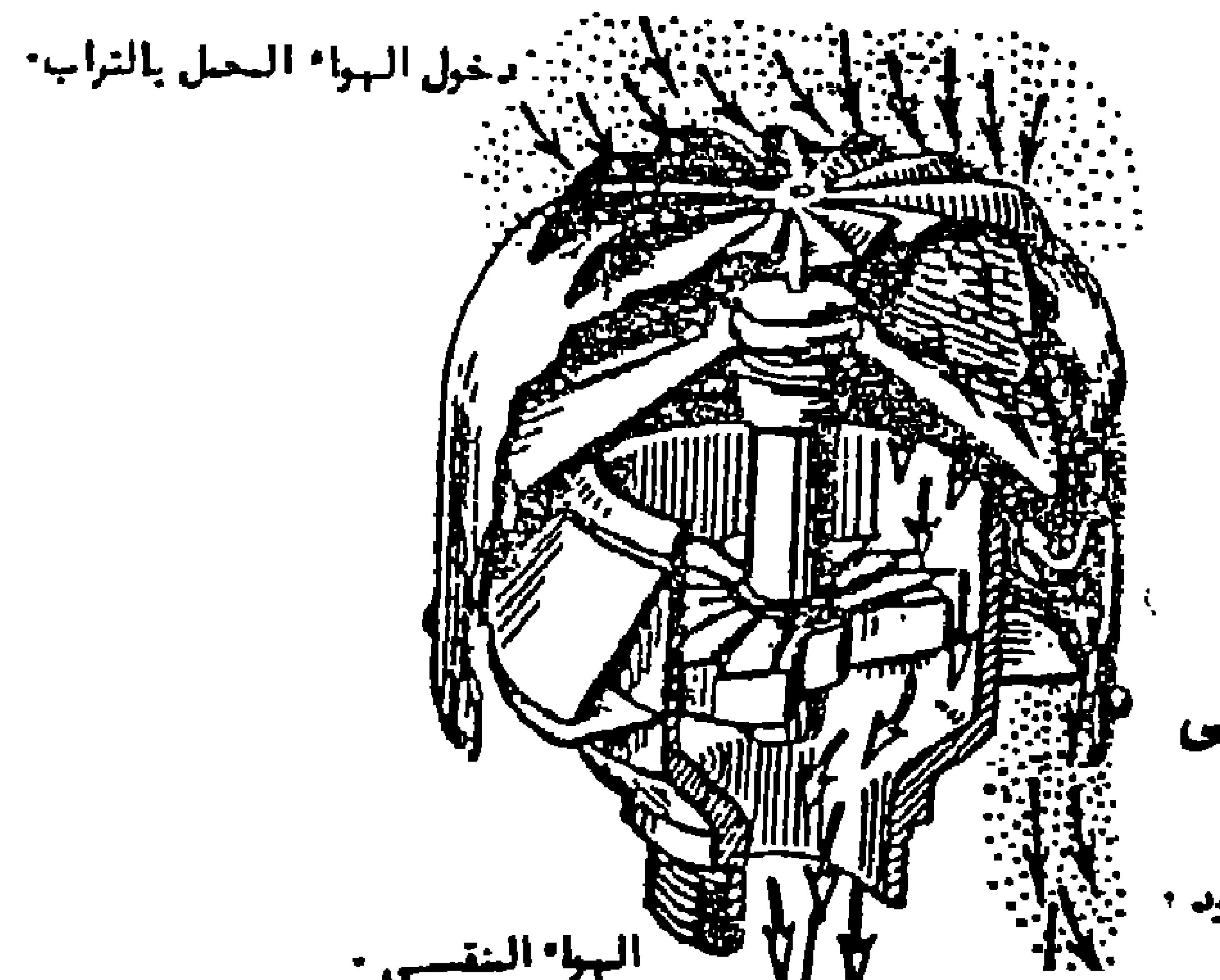
منقى الهواء الجاف شكل (٣-١٥) يتم فيه تنقية الهواء عن طريق مرور الهواء من ثقوب رفيعة خلال ورق الترشيح، وفيه يتم حجز بقية الشوائب المتعلقة بالهواء وأحيانا ما يضاف مع هذا النوع من الفلاتر جهاز يبين معدل انخفاض الضغط داخل الفلتر للتأكد من سلامة عمل الفلتر ويوضح الوقت اللازم لتنظيف هذا الفلتر لأنه فى حالة انسداد الفلتر بالشوائب عليه تزداد مقاومة الهواء وبالتالى يحدث تفريغ داخل الفلتر. وصيانة فى الفلتر الجاف فإنه يجب فك الفلتر أولاً ثم يجرى عليه الآتى:

١- دفع تيار من الهواء من داخل الفلتر إلى الخارج وليس العكس بضغط مناسب حتى لاتتمزق أجزاء الفلتر.

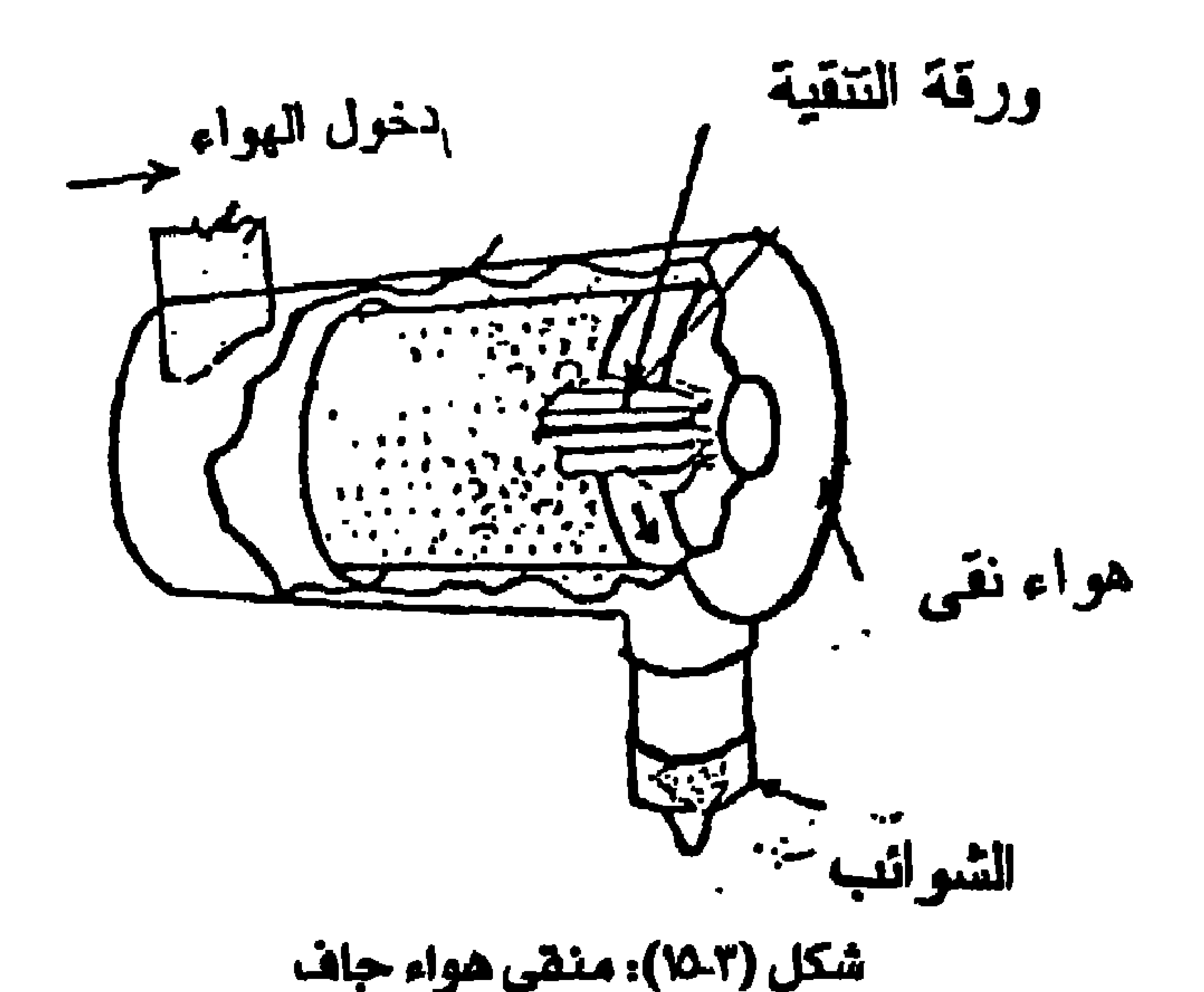
٢- غسيل الفلتر بماء ومنظف صناعى ويفضل الصابون.

٣- دفع تيار من الهواء

٤- ملاحظة جوانات الفلتر وأحكام ربطها.



شكل (٣-١٤): منقى الهواء الإبتدائى



شكل (٣-١٥): منقى هواء جاف

- فلتر الهواء ذو حمام الزيت Oil Bath Air Cleaner

يتكون فلتر الهواء ذو حمام الزيت (شكل ٣- ١٦) من وعاء به زيت عند ارتفاع معين ويوجد أعلى هذا الوعاء شبكة من سلك رفيع وكله داخل علبه الفلتر فعند مرور الهواء فى الأنبوبة الراسية إلى أسفل فإن الهواء يدفع الزيت قليلا إلى أسفل وعند مرور على سطحه فإن قطرات التربة المعلقة فى الهواء تحجز فى الزيت وبعد ذلك يمر الهواء على الشبكة السلك التى تحجز ما تبقى من أتربة على سطحها الذى يكون دائما مبلل أيضا بقطرات الزيت ويمر الهواء نقى بعد ذلك إلى الأسطوانات من خلال صمام السحب. ولإجراء العملية بكفاءة عالية لسحب الأتربة المتعلقة فى الهواء يجب أن تكون الأنبوبة الراسية مغموسة فى الزيت بحوالى ١ سم إلى أسفل وهذا ما يظهر بجانب عليه الزيت بعلامة تحدد مستوى الزيت. فإذا كان مستوى الزيت أقل من ذلك فإن عملية التنقية تكون غير كاملة حيث أنه لا يوجد فرصة لزيت لسحب الأتربة التربة من الهواء. أما إذا كان مستوى الزيت أعلى من اللازم فإن الهواء يجد صعوبة للمرور خلال الفلتر مما يؤدى إلى خنق المحرك وهذا يؤدى إلى احتراق غير كامل للوقود نتيجة لقلة كمية الهواء اللازم للمحرك. وقد يؤدى ارتفاع مستوى الزيت إلى سحب قطرات منه مع الهواء المندفع إلى الأسطوانات. مما يزيد من ترسيب الكربون داخل الأسطوانة نتيجة حرق الزيت بداخلها. وغالبا ما يستعمل زيت ذو درجة لزوجة مساوية لدرجة الزيت المستخدم فى علبة الكرنك.

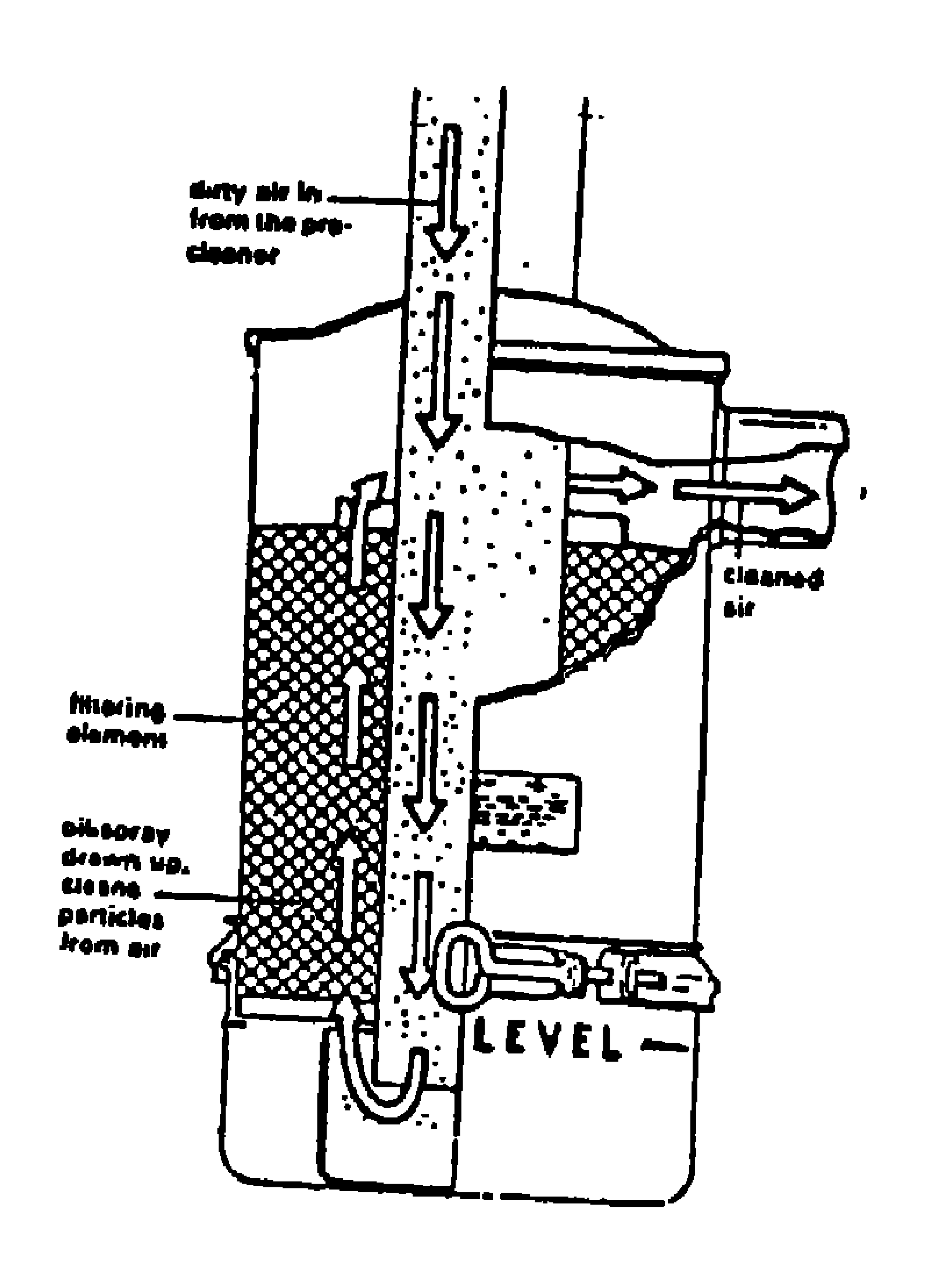
والخطوات اللازمة للصيانة لفلتر الهواء تتلخص فى الآتى:

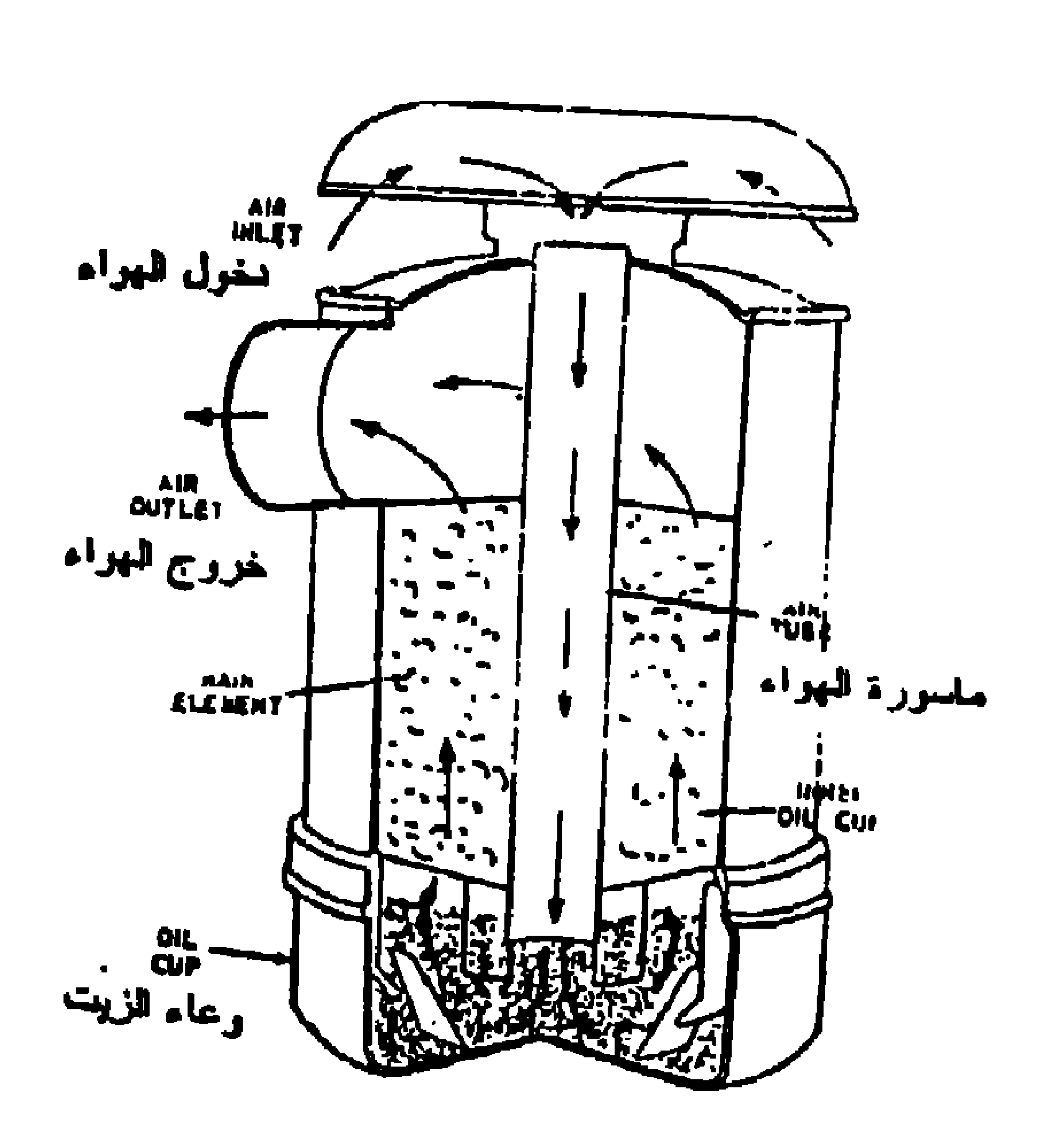
١- فك وعاء الزيت من جسم الفلتر. ويجب التنويه بعدم أجراء تلك العملية أثناء تشغيل المحرك ولكن يجب إجرائها عندما يكون المحرك متوقفا.

٢- الكشف عن كمية الأتربة المحجوزة فإذا كانت مثلاً بعمق اسم فيجب تغيير الزيت. ويمكن الاستدلال عن ذلك عن طريق زيادة لزوجة الزيت. ومن المعتاد ان رقم الزيت المستخدم فى فلتر الهواء هو نفس رقم الزيت المستخدم فى المحرك

٣- إذا كان هناك كمية من الزيت والشوائب ملتصقة بجدار الفلتر أو على شبكة الفلتر فيجب غسلها بوقود محركات الديزل (السولار).

٤- ملئ وعاء الزيت حتى العلامة المقررة. ومعظم كتالوجات تشغيل المحركات تبين لزوجة الزيت المستخدم فى الفلتر وهو الزيت المستخدم فى الكارتير. فيجب ألا يغيب عن الذهن أنه فى حالة استخدام زيت ذو لزوجة أعلى من المقررة فإنه يعمل على خنق المحرك من سحب الهواء للأسطوانة وهذا ما يزيد من استهلاك الوقود. وفى حالة استخدام زيت أخف من اللازم فإن هناك ضرر على المحرك لسحب الزيت من الفلتر إلى الأسطوانة وهذا ما يخفض مستوى الزيت بالفلتر وبالتالى تقل كفاءة الفلتر على تنقية الهواء من الشوائب وأيضاً إذا وصل الزيت إلى الأسطوانة فإنه يحدث له اشتعال كما هو حادث فى محركات الديزل بالذات ويشتعل مثل السولار المستخدم مما يسبب زيادة مفاجئة فى سرعة المحرك. ويحذر بعدم استمرار استخدام زيت محرك مستعمل فى فلتر الهواء نظراً لوجود مواد بترولية غير مشتعلة مما يترتب عليه من انخفاض مستوى الزيت نتيجة تبخرها بالإضافة إلى احتوائها على كربون وشوائب. ويجب عدم إضافة زيت للفلتر زيادة عن المقرر حتى لا يحدث زيادة فى استهلاك الوقود فى محركات البنزين وبالتالى فقد فى القدرة ولكن فى محركات الديزل فيؤدى لسحب الزيت من الفلتر إلى الأسطوانة ويحدث له اشتعال مثل السولار مما يزيد من سرعة المحرك فجائياً.





شكل (٣-١٦): منقى هواء ذو حمام الزيت

٥- اربط علبة الزيت فى جسم الفلتر ربطاً محكماً.

٦- الكشف عن تسرب الهواء من الفلتر إلى الأسطوانة. فربما توجد فتحات صغيرة تسرب الهواء إلى الأسطوانة بدون مروره على الفلتر للتنقية.

٣-٥- جهاز العادم

وجهاز العادم هو الذى يقوم بجميع غازات العادم الناتجة من عملية الاشتعال وحملها إلى خارج المحرك. ويقوم جهاز العادم بالآتى:

١- الاقلال من سرعة الغازات الخارجة من الأسطوانة.

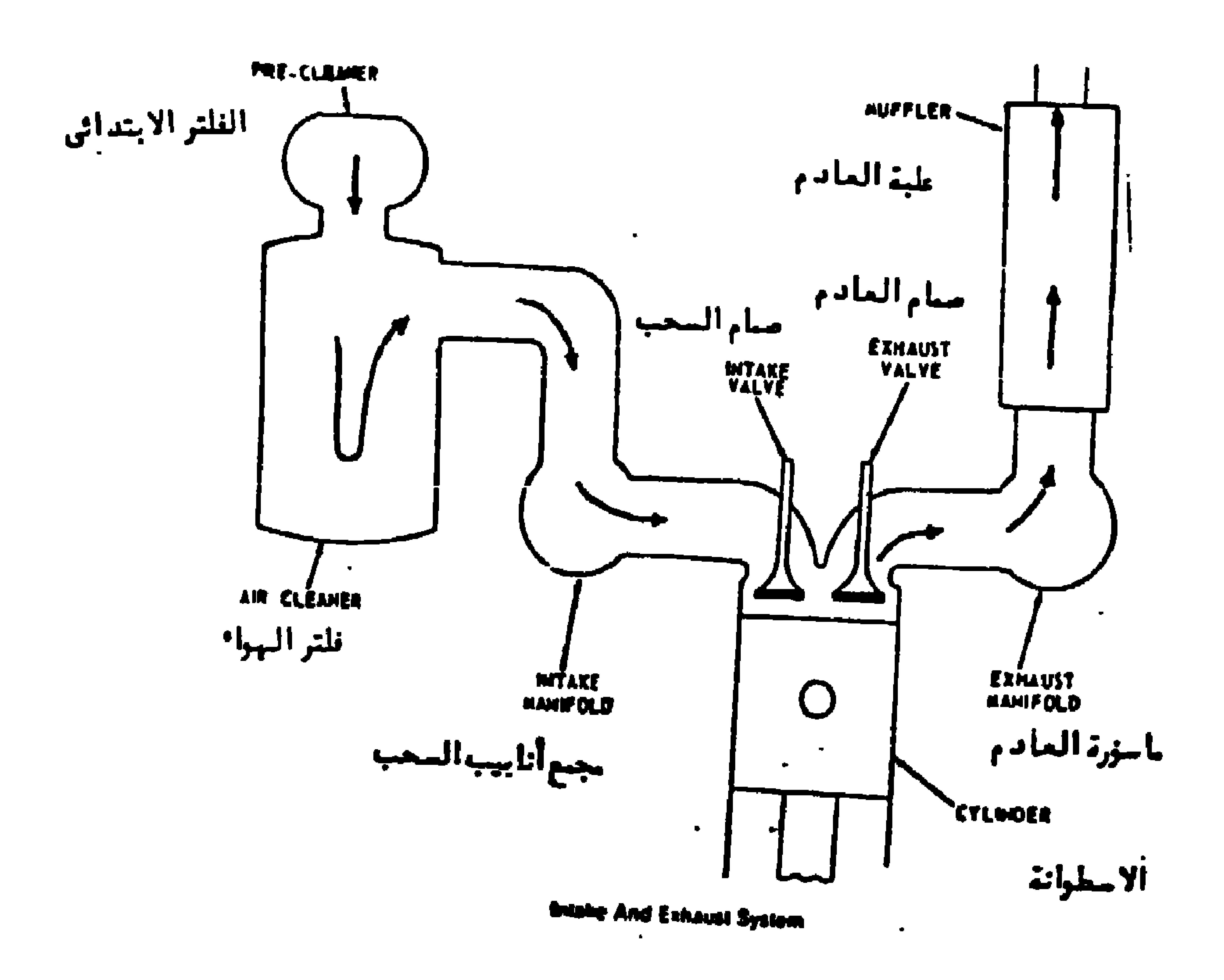
٢- اخماد الصوت العالى.

٣- إطفاء أى جزء كربونى متوهج فى علبة العادم قبل خروجها إلى الجو الخارجى منعا لحدوث الحرائق.

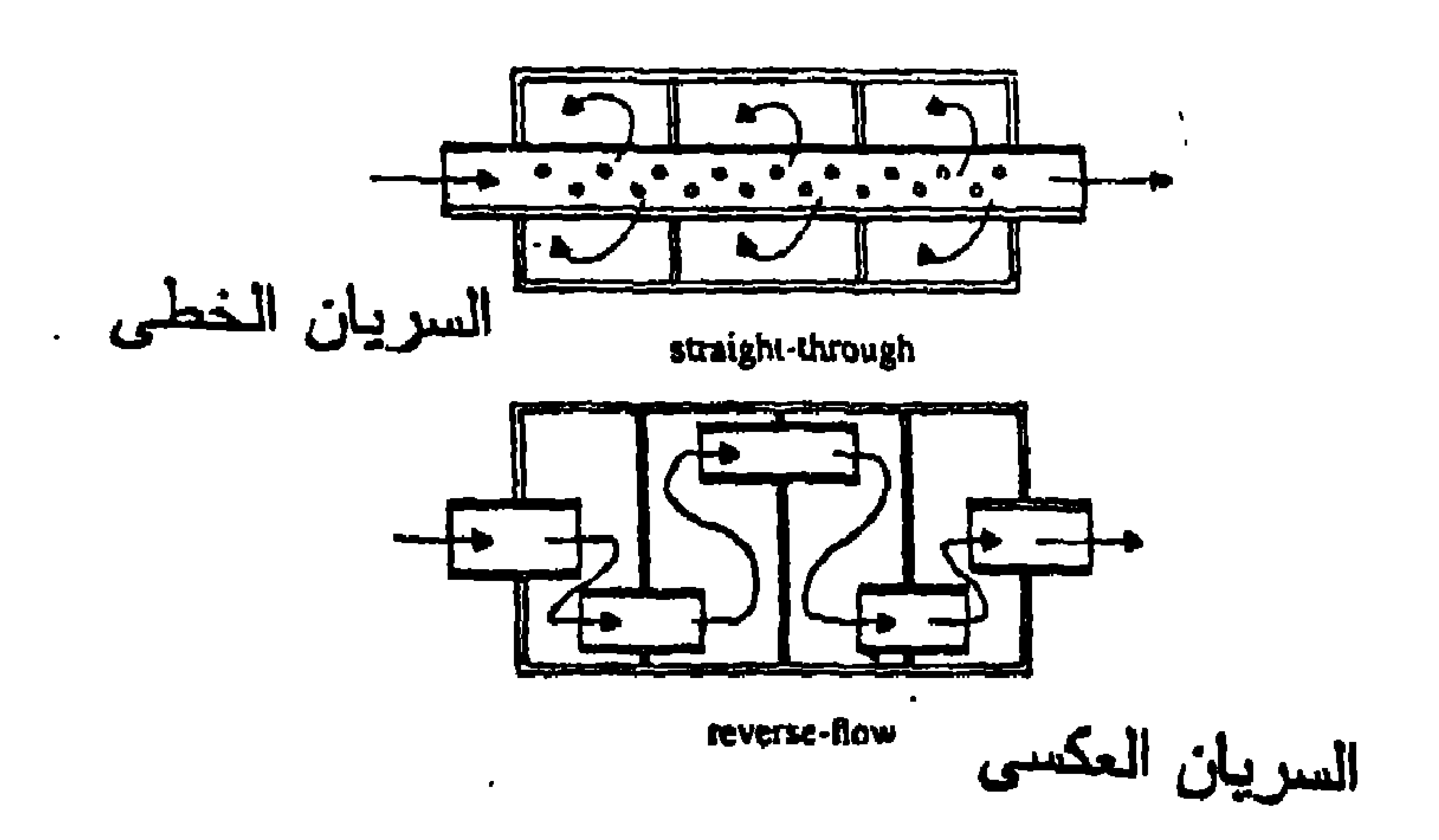
٤- سحب الحرارة من الأسطوانات.

ويتكون جهاز العادم من صمام، وانابيب وعلبة العادم (شكل٣-١٧) وعلبة العادم تتكون من أنبوبة طويلة تمر داخل علبة أكبر منها فى القطر بحوالى ٣مرات. وقد يوضح فى بعض الأحيان صوف زجاجى حول الأنبوبة الداخلية كمادة لإخماد الصوت ولها خاصية التحمل لدرجات الحرارة. ويوجد عموما نوعين من علبة العادم كما هو موضح بشكل (٣-١٨) النوع الأول يسمح لغازات العادم بالسريان بطول الأنبوبة الداخلية وهو مايعرف بطريقة السريان الخطى. والنوع الثانى يسمح للغازات بالسريان للأمام ثم للخلف قليلا إلى أن يصل إلى نهاية العلبة ومنها إلى الخارج وهو يسمى بالسريان العكسى وكلا النوعين يعمل على تمدد الغازات وذلك للاقلال من ضغط الغازات الخارجية. وعند تصميم جهاز العادم يجب أن يستوعب كمية الغازات الخارجية بدون إعاقة لها حتى لاينتج عن ذلك الأقلال من القدرة الناتجة من المحرك. وتتلخص الصيانة اللازمة لهذا الجهاز فى التأكد من عدم تسرب الغازات عن طريق الجوانات والوصلات الموجودة. وأحيانا غطاء فى أعلى علبة العادم لتغطية الجهاز أثناء تخزين الجرار ليلا وخصوصا إذا لم يكن لديك مظله لحماية الجرار، فيجب

التأكد من غلقها ليلا. ويفتح هذا الغطاء اتوماتيكيا بفعل ضغط الغازات الخارجية واحيانا يوجد لهذا الغطاء ياى Spring يعمل على غلقها اتوماتيكيا اثناء توقف المحرك.و تستخدم مواسير العادم فى تسخين الهواء الداخل إلى الأسطوانة وخصوصا فى المحركات ذو القدرات العالية. فيجب التأكد من أنه ليس هناك تسرب بين غازات العادم والهواء الداخل إلى الأسطوانة. و قبل البدء فى خروج الجرار للعمل يجب التأكد من أن ماسورة العادم الموجودة فى المكان الصحيح لها (أعلى أو أسفل الجرار) على حسب العملية التى تقوم بها. فإذا كان الجرار يقوم بالعمل فى أراضى البساتين فيجب توجه الماسورة أسفل الجرار. أما إذا كان يعمل فى محاصيل حقلية قابلة للأشتعال بفعل غازات العادم فيجب توجيهها إلى أعلى الجرار.



شكل (٣-١٧): جهازى السحب والعادم



شكل (٣-١٨): علبة العادم

٣-٦- الأجهزة الكهربائية للمحرك

إذا كان هناك صعوبة فى بدء إدارة المحرك فيكون السبب الأساسى فى دورة كهرباء المحرك من عدم الصيانة اللازمة للجهاز والذى يتكون اساسا من الأجزاء الآتية:

١- البطارية : إختزان الطاقة الكهربائية لمدها أثناء تقويم المحرك.

٢- الدينامو : وظيفة شحن البطارية.

٣- المارش (موتور كهربائى) : وظيفته إدارة الترس الخاص بالحدافة الذى يساعد فى إدارة المحرك أثناء بدء حركته.

أما فى محركات الاشتعال بالشرارة فقط. فيوجد بالأضافة للاجزاء السابقة مايلى :

١- الملف : فى إنتاج الطاقة الكهربائية بفولت عالى لأعطاء الشرارة الكهربائية لشمعة الأشعال.

٢- الموزع : توجيه الشرارة الكهربائية لشمعة الاشتعال لكل اسطوانة فى الوقت المحدد لذلك.

٣- شمعة الاشعال : تعطى الشرارة الكهربائية لمخلوط الهواء والبنزين.

والدورة الكهربائية فى المحركات تنقسم إلى ثلاثة دوائر كهربائية:

١- دائرة الشحن Charging Circuit

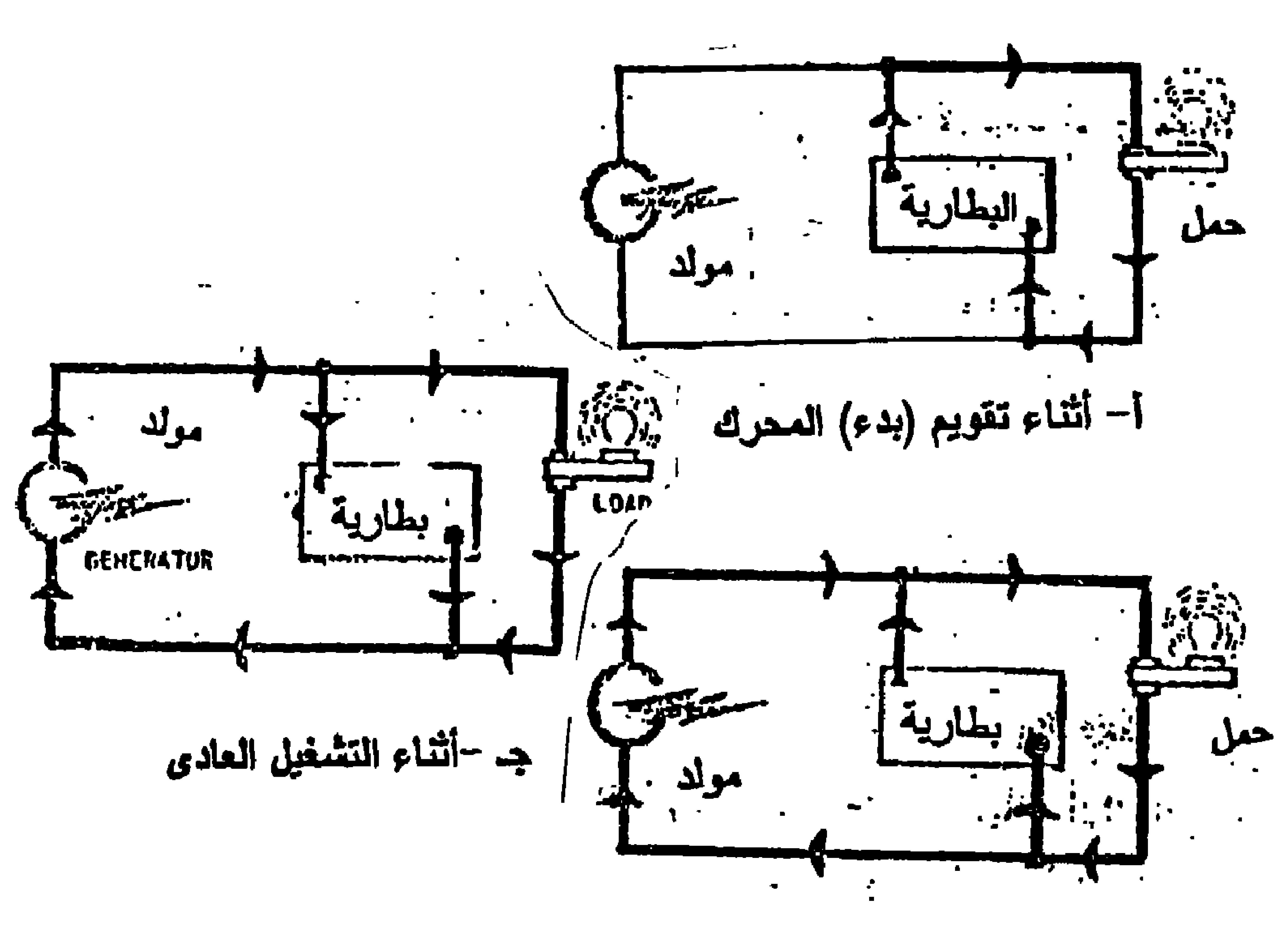
٢- دائرة إحداث الشرارة Ignition Circuit

٣- دائرة بدء الحركة Starting Circuit

اولاً: دوائر الشحن والتفريغ (شكل ٣-١٩).

تتكون من البطاريات ومنظم الفولت Voltage Regulator والدينامو وهذه الدائرة فائدتهما شحن البطارية وتوليد الطاقة الكهربائية أثناء التشغيل.

١- أثناء تقويم المحرك فالبطارية هى التى تعطى التيار الكهربائى للمارش



شكل (٣-١٩): دوائر الشحن والتفريغ

٢- أثناء تشغيل المحرك على الحمل الكامل فالبطارية تساعد الدينامو على مد التيار الكهربائى للمحرك.

٣- أثناء التشغيل العادى للمحرك، فالدينامو هو الذى يعطى التيار الكهربائى للمحرك والبطارية.

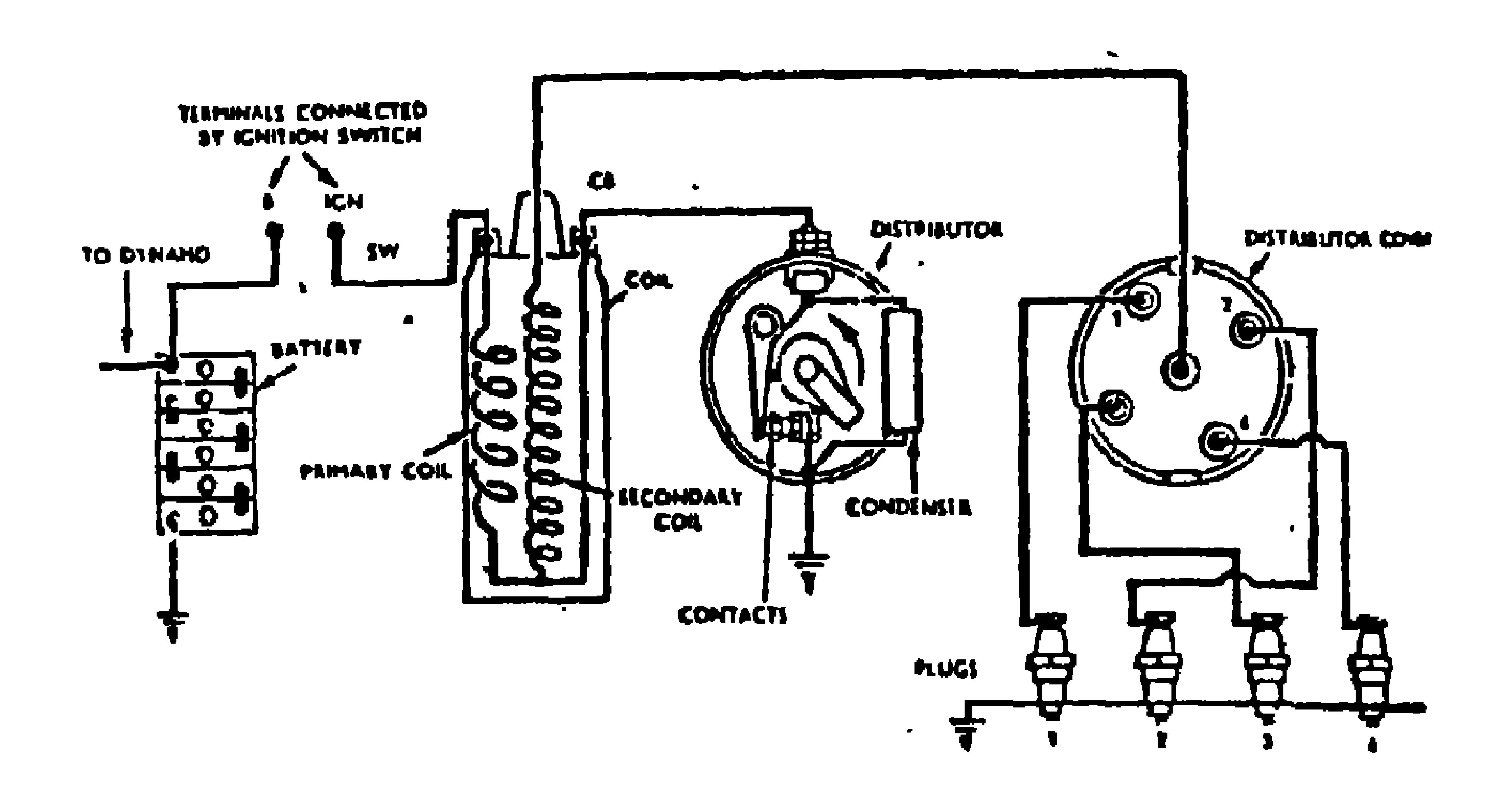
ثانياً: دائرة إحداث الشرارة الكهربائية

وتتكون أساساً من الملف - المكثف - الموزع - شمعة الإشتعال - مفتاح الدائرة. وتوجد هذه الدائرة فى محركات الاشتعال فقط وفائدتها:

١- تكبير الفولت العادى للبطارية (١٢فولت) بنسبة عدد لفات الملف الإبتدائى والملف الثانوى لإعطاء فرق جهد عالى بين قطبى شمعة الإشتعال لإحداث شرارة كهربائية داخل الإسطوانة لتساعد على عملية الإشتعال لشحنة البنزين والهواء فى نهاية شوط الضغط.

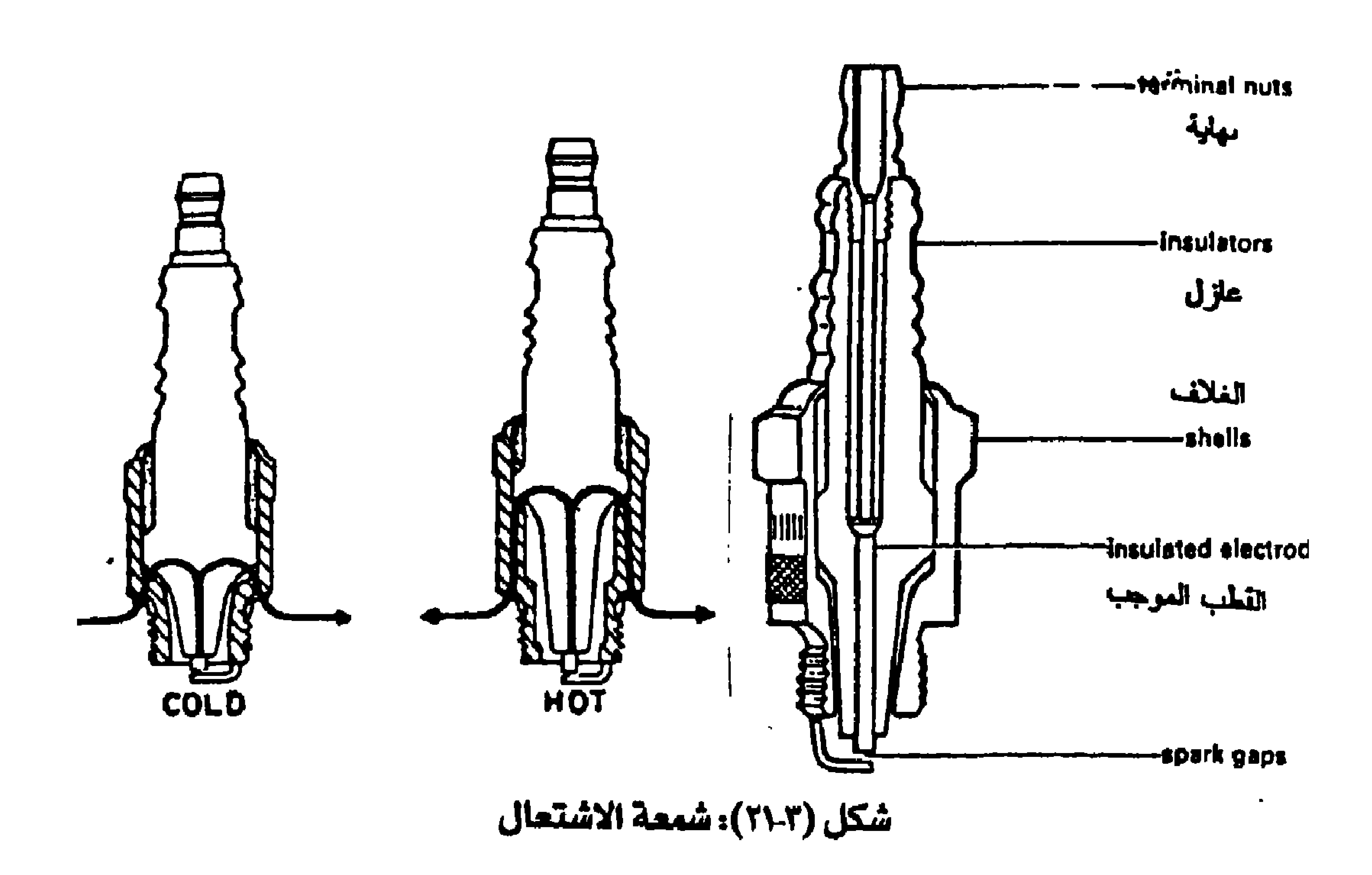
٢- توقيت إحداث الشرارة مع الدورة الحرارية للمحرك وذلك فى الوقت المحدد لكل الأسطوانة.

ويوضح شكل (٣- ٢٠) دائرة إحداث الشرارة الكهربائية. فعند توصيل الدائرة الكهربائية من البطارية فإن تيار كهربائيا يتولد فى الملف الإبتدائى فى حالة ما إذا كان قاطع التيار Breaker Point فى وضع مغلق. فيتولد مجال كهربائى حول الملف الثانى الذى يعمل على فرق جهد بين قطبى شمعة الأحتراق يصل إلى ٢٠٠٠٠ فولت والذى يؤدى إلى شرارة كهربائية تساعد على احدث عملية الاشعال وهذا فى نهاية شوط الضغط فقط فى كل اسطوانة على وحدة. والموزع يقوم بتوزيع هذا الفولت العالى لكل اسطوانة على حسب ترتيب الاشعال . أما أثناء الوقت الذى لا يصل فيه التيار الكهربائى إلى شمعات الاشتعال فإن قاطع التيار يكون فى وضع مفتوح ونتيجة لذلك فهناك خوف من إحداث شرارة فى قاطع التيار ولذلك يقوم المكثف بتخزين تلك الشحنة الكهربائية للمساعدة على أعطاء شرارة كهربائية لشمعة الإشتعال فى الأسطوانات التالية لها فى ترتيب الاشتعال.



شكل(٣-٢٠):دائرة إحداث الشرارة الكهربائية

يوضح شكل (٣-٢١) شمعة الاشتعال فأحيانا تكون الشمعة بها طرف طويل يسمى Hot Plug وأحيانا يسمى Cold Plug ومن المعتاد أن المحرك الذى يعمل على السرعات العالية أو الأحمال الكبيرة يحتاج إلى شمعة من النوع ذو طرف القصير للإسراع فى انتقال الحرارة ولكن اذا كان المحرك يعمل على السرعات المنخفضة أو على سرعة بدون حمل idle Speed معظم الأوقات فيجب استخدام شمعة من النوع Hot Plug ويوجد على الشمعة رقم يبين النوعية فاذا كبر الرقم يكون Hotter فمثلا رقم ١٨ يكون Hotter عن رقم ١٥، ويجب استخدام الرقم الصحيح من شمعة الاشتعال مع كل محرك. فاذا استخدمت شمعة الإشعال تعمل على Too Hot فان الاشتعال يحدث مبكرا عن اللازم واذا استخدمت شمعة للعمل على Too Cold فان الفراغ بين قضبان الشمعة يمتلئ بالشوائب ويجب فك شمعة الاشتعال وتنظيفها وارجعها إلى مكانها اما أذا كان الفراغ كبير بين قطبين الشمعة فيجب تغيرها بأخرى جديدة.



شكل (٣-٢١): شمعة الاشتعال

ثالثا - دائرة بدء الإدارة فى المحرك :

وتتكون اساسا من البطارية. مفتاح الدائرة الكهربائية - الموتور الكهربائى وسيتم شرح هذه الطريقة مع طرق بدء ادارة المحرك فيما بعد.

للحصول على أعلى كفاءة للبطارية ومدة اطول للتشغيل قبل استبدالها فيجب اجراء الصيانة اللازمة للبطارية وهى:

١- الكشف عن مستوى السائل الموجود بالبطارية كل ٥٠ ساعة (اسبوعيا) والسائل دائما الموجود هو حامض الكبريتيك المركز فى ماء مقطر له كثافة نوعية حوالى ١,٢٧ عند درجة حرارة ٨٠° ف ونسبة الحامض إلى الماء المقطر تكون ٣٦٪ إلى ٦٤٪ على الترتيب. ويجرى الكشف عن ذلك بفك كل اغطية خلايا البطارية ويجب أن يكون مستوى السائل فوق حافة الألواح الموجودة داخل الخلايا واذا كان المستوى اقل فيجب إضافة ماء مقطر. ودائما تلاشى اضافة كمية زائدة حتى لا يحدث تخفيف للحامض بالبطارية ولا تحاول إضافة ماء عسر Hard Water حيث

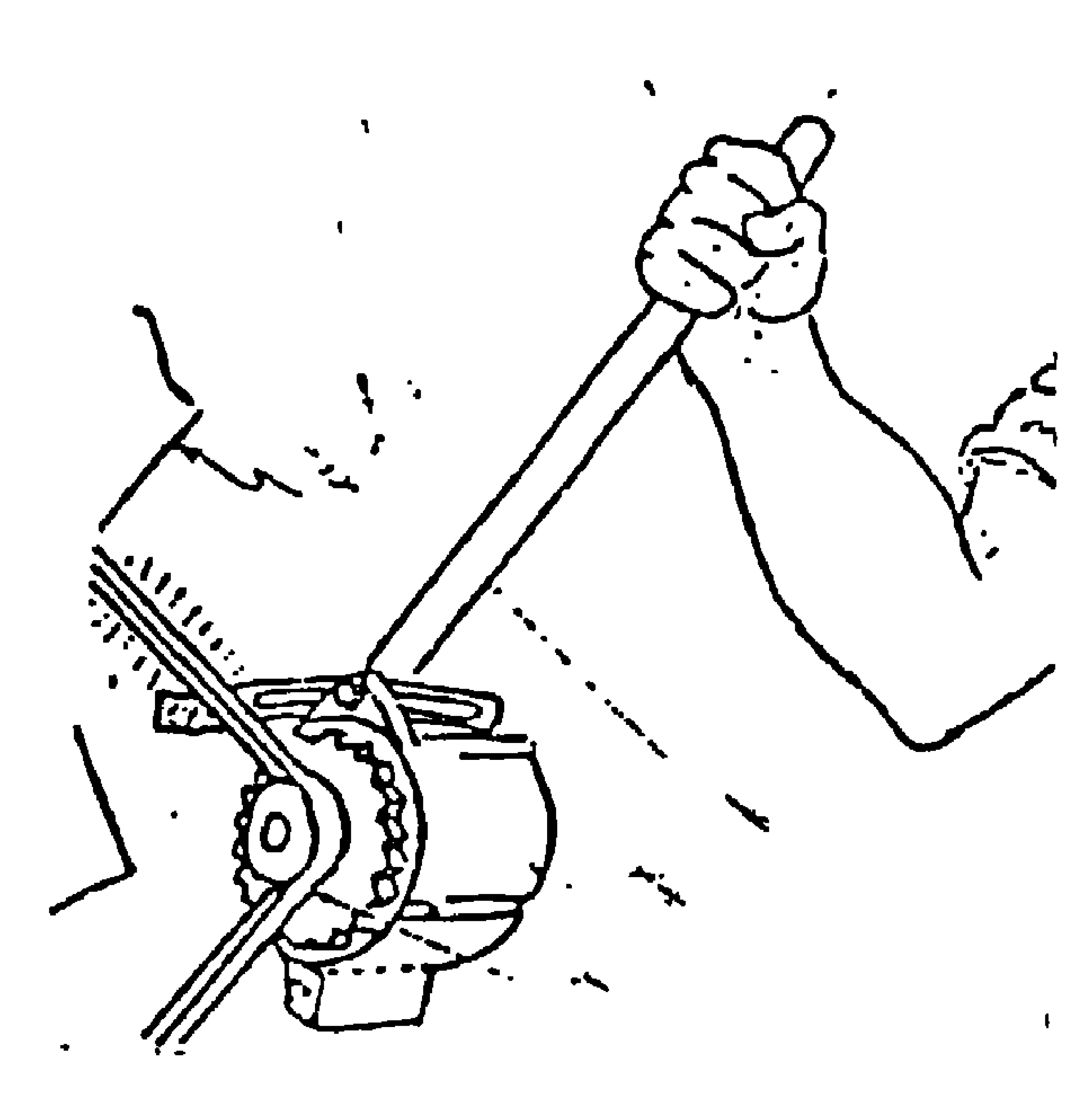
ان الاملاح الموجودة فى هذا الماء تكون رواسب على الواح البطارية تدخل فى التفاعلات الكيميائية أى غازات تخرج من البطارية قابلة للاستعمال لأنه اثناء شحن البطارية ينتج للايدروجين من عملية التفاعل وهو غاز سريع الاشتعال.

٢- تنظيف البطارية كل ٢٥٠ساعة من اى رواسب تكونت على الوصلات الخاصة بها وأحيانا تتكون طبقة ملحية حول اقطاب البطارية عند وصلات فهذا يجب ازالتها بفرشاه سلك.

٣- الكشف عن الكثافة النوعية كل ٢٥٠ ساعة بواسطة هيدوميتر خاص مدرج عند درجة حرارة ٨٠ 5° ف وذلك لقياس نسبة الحامض إلى الماء المقطر.

٤- شحن البطارية ويتم فى محطات الخدمة الخاصة بالبطاريات

من أهم العمليات الواجب أجرائها لصيانة الدينامو والموتور الكهربائى فهى: الكشف عن شد سير المروحة. ويمكن اجراؤه عن طريق الضغط باليد عند منتصف السير فإذا كان هناك انبعاج فيمكن ضبطه عن طريق فك مسامير فى الدينامو وشده (شكل٣-٢٢).



شكل (٣-٢٢): طريقة شد سير المروحة والدينامو

٣-٨- طرق بدء إدارة المحرك

كل أنواع المحركات لابد أن يكون لها طريقة لبدء حركتها عند أول تشغيلها ثم تفصل هذه الطريقة من المحرك بعد أن يلاحظ أن المحرك عنده المقدرة على الاستمرار فى الحركة واعطاء القدرة وتختلف الطرق المتبعة فى بدء الحركة حسب نوع وقدرة المحرك. فنجد أن هناك بعض الصعوبات عند تقويم محرك الديزل وترجع هذه الصعوبات إلى الأسباب التالية:

١- نسبة الكبس فى محركات الديزل عالية وبالتالى فإن الضغط فى نهاية شوط الضغط يكون أيضاً مرتفع وعليه فإن المحرك يحتاج إلى قوة أكبر لدفع المكبس لنهاية مشوار الضغط ولكن فى محركات البنزين يحتاج إلى قوة أقل حيث أن نسبة الكبس تكون منخفضة.

٢- نوع الوقود المستخدم فى محركات الاشتعال الشرارة وهو البنزين يحتاج إلى درجة حرارة منخفضة نوعاً للاشتعال بينما يحتاج وقود السولار المستخدم فى محركات الديزل إلى درجات مرتفعة للاشتعال.

٣- فى محركات الاشتعال بالشرارة نجد شمعات الاحتراق تساعد على إحداث الشرارة الكهربائية بينما لا توجد هذه الشمعات فى محركات الديزل

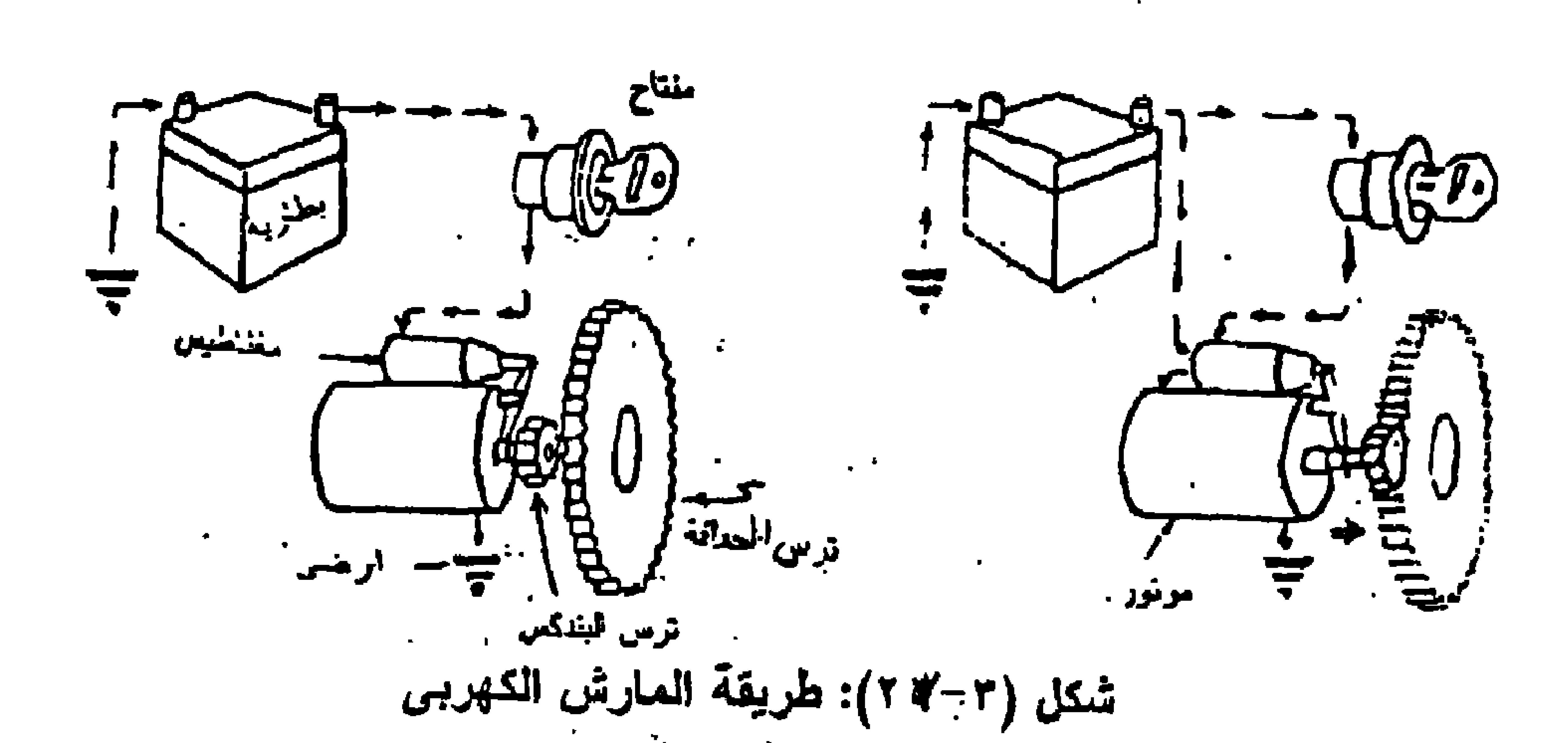
وطرق بدء الحركة يمكن تلخيصها فى الآتى:

أ- طريقة كامة نصف الضغط

حيث توجد كامة يمكن للعامل أن يحركها لتضغط على صمام العادم فتعمل على فتحه فتحاً جزئياً أثناء بداية تشغيل المحرك حتى يقل الضغط داخل الاسطوانة ويحتاج إلى قوة أقل فى إدارة الكرنك. ويتم دوران عمود الكرنك عن طريق عمود يدار باليد وفى أثناء ذلك يتم دفع لشحنات الوقود داخل المحرك إلى أن يتم دوران عمود الكرنك بنفسه وبعد الإدارة ترفع اليد من على كامة نصف الضغط وتفصل اليد ليستمر المحرك فى الدوران بنفسه. وهذه الطريقة تستهلك كمية من الوقود أكبر أثناء بدء التشغيل إذا ما قورنت بالطرق الأخرى.

ب- طريقة المارش الكهربائى

وهى أسهل طريقة لبدء إدارة المحرك (شكل ٣-٢٣) وهى عبارة عن موتور كهربائى يستمد الطاقة الكهربائية من البطارية ومركب على مجوره ترس صغير يسمى ترس البندكس. وهذا الترس يقابل ترس كبير موجود على محيط الحدافة. وهذين الترسين يكونا فى وضع الفصل عندما يكون المحرك دائراً. ولكن أثناء بدء إدارة المحرك يتم أولاً إدارة الموتور الكهربائى وبالتالى يدور محوره وعلى هذا المحور يوجد حلزون يعمل على دفع ترس البندكس لتوصيله بترس الحدافة ليعمل على دوران عمود الكرنك وهذه العملية تتم فى ثوانى قليلة. ونجد أن الحدافة تدور ومعها عمود الكرنك الذى يقوم بدوره فى حركة مكابس الاسطوانات إلى اعلى واسفل لعمل مجموعة من الدورات الحرارية حتى يصبح للمحرك القدرة على الاستمرار فى إدارة نفسه وفى هذه الأثناء تفصل الدائرة الكهربائية عن الموتور ويقف الموتور عن الحركة ويعود ترس البندكس إلى وضع الفصل بفعل ياى موجود على محوره.



شكل (٣-٢٣): طريقة المارش الكهربى

الباب الرابع

أجهزة نقل وتوصيل القدرة في الجرار

Tractor Power Transmission System

الباب الرابع

أجهزة نقل وتوصيل القدرة فى الجرار
Tractor Power Transmission System

٤-١- مقدمة

علمنا أن المحرك يحول الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود إلى طاقة ميكانيكية ولكى يستفاد بهذه الطاقة يجب توصيلها إلى محاور للجرار ويوضح شكل (٤-١) توزيع القدرة من بداية دخول الوقود إلى محرك الجرار إلى أن تصل على محاور الدفع، وتنقل القدرة بعد ذلك ثم إلى جهاز التلامس مع الأرض وهو فى الغالب إما العجل الخلفى فى الجرار ذات عجلتين الدفع "4x2" Two – Wheel Drive أو العجل الأمامى والخلفى فى الجرار ذات الأربعة عجلات الدفع "4x4" Four – Wheel Drive أو إلى عجلتين الكتينتين المسننين فى الجرارات ذات الكتينة. وبذلك يستطيع الجرار التحرك إلى الأمام أو إلى الخلف ومن ثم يعمل على جر أو دفع أو حمل الآلات الزراعية.

ويتلخص عمل اجهزة توصيل القدرة فى الوظائف الرئيسية التالية :

١- يسمح بنقل الحركة من المحرك إلى العجل أو الكتينة، عند فصل الحركة عنها فصل مؤقت أو مستديماً.

٢ تخفيض سرعة عمود الكرنك لتعطى سرعة أمامية مناسبة لعمل الجرار.

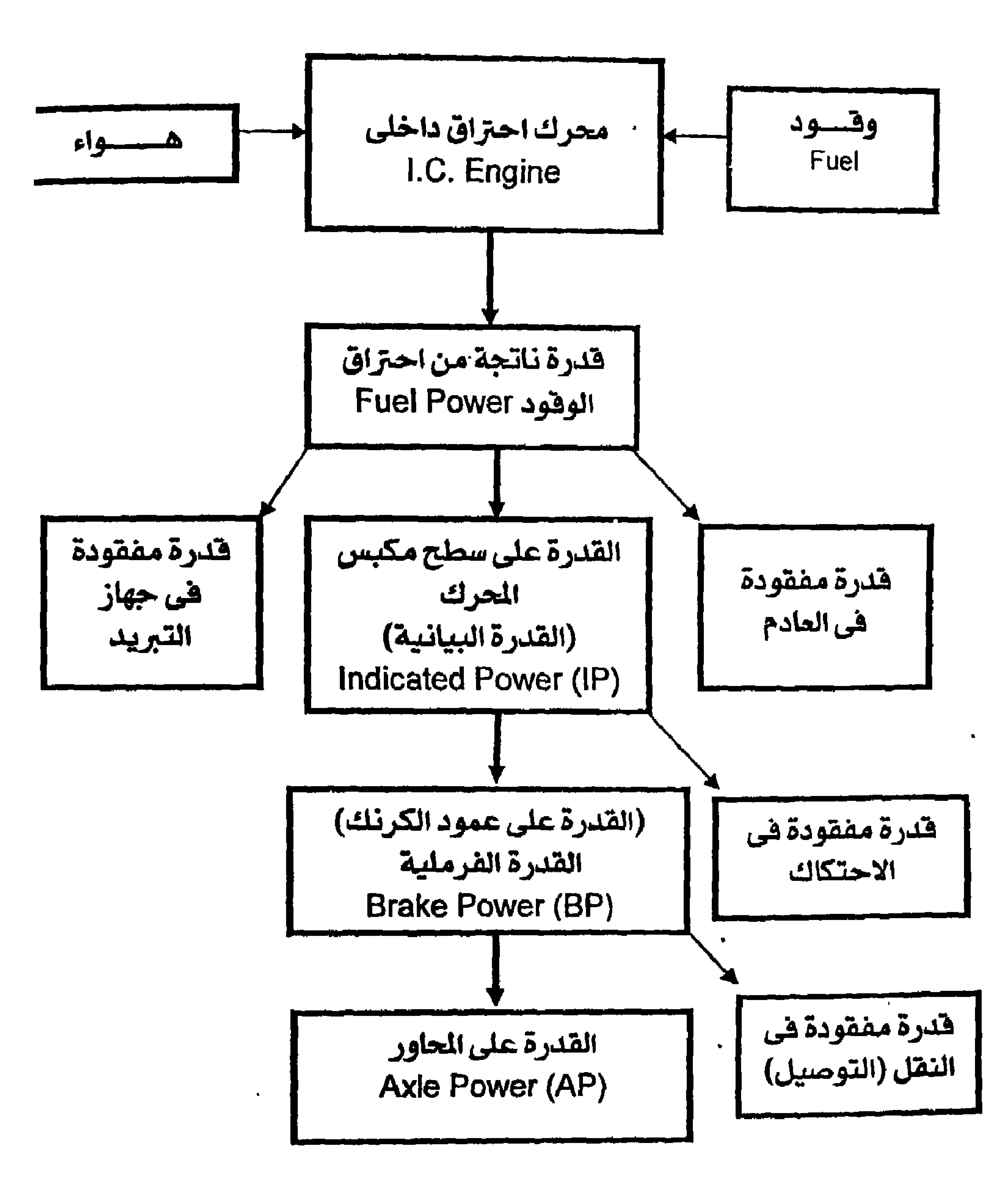
٣- يسمح بتحويل الحركة دوران عمود الكرنك إلى اتجاه عمودى عليه.

٤- إعطاء السرعات المناسبة لمختلف العمليات الزراعية، وكذلك تغيير اتجاه حركة الجرار إلى حركة خلفية.

٥- إدارة مجموعة نقل الحركة دون صدمات أو ذبذبات بشرط أن يكون توجيه السائق صحيحاً

٦- سرعة نقل الحركة ووصلها سهولة وفى أمان.

٧- يعمل على سهولة نقل الحركة فى المنحنيات وكذلك المرتفعات والمنخفضات.



شكل (١-٤): توزيع القدرة من احتراق الوقود فى المحرك إلى محاور الدفع

وقد تصل القدرة الناتجة من المحرك كلها أو جزء منها إلى طارة الإدارة أو عمود الإدارة الخلفى أو الجهاز الهيدروليكى وعن طريقها يتم إدارة الآلات الزراعية وتشغيلها، وتسمى مجموعة التروس والأعمدة التى تنقل عزم وقدرة المحرك إلى عجلات او كتينة الجرار بأجهزة نقل القدرة Power Transmission system.

وقبل الدخول فى شرح تفصيلى لمكونات جهازنقل الحركة لابد من التحدث اولاً عن العلاقة بين العزم والسرعة أثناء نقل الحركة فى الجرار.

من المعروف أن القدرة المنقولة عن دوران أى عمود تساوى حاصل ضرب السرعة الدورانية فى العزم وأى تخفيض فى السرعة يؤدى إلى الزيادة فى العزم وأى تخفيض فى السرعة يؤدى إلى زيادة فى العزم وذلك عند ثبات القدرة. لذلك كان من الضرورى خفض السرعة بين المحرك والمحور الخلفى للجرار وذلك بغرض الحصول على العزم اللازمة لدوران المحور الخلفى ويوضح شكل (٤-٢) العزم والسرعة على عمود الكرنك بالمحرك وعلى المحور الخلفى للجرار. وتحسب القدرة الفرملية Brake power (BP) الناتجة من المحرك كاستخدام العلاقة

$$BP = \frac{2\pi N_e T_e}{60}$$

حيث: BP = القدرة الفرملية (كيلووات kW)

N_e = سرعة دوران عمود الكرنك، لفة/دقيقة (r.p.m)

T_e = العزم على عمود الكرنك، ك. نيوتن. متر (kN.m)

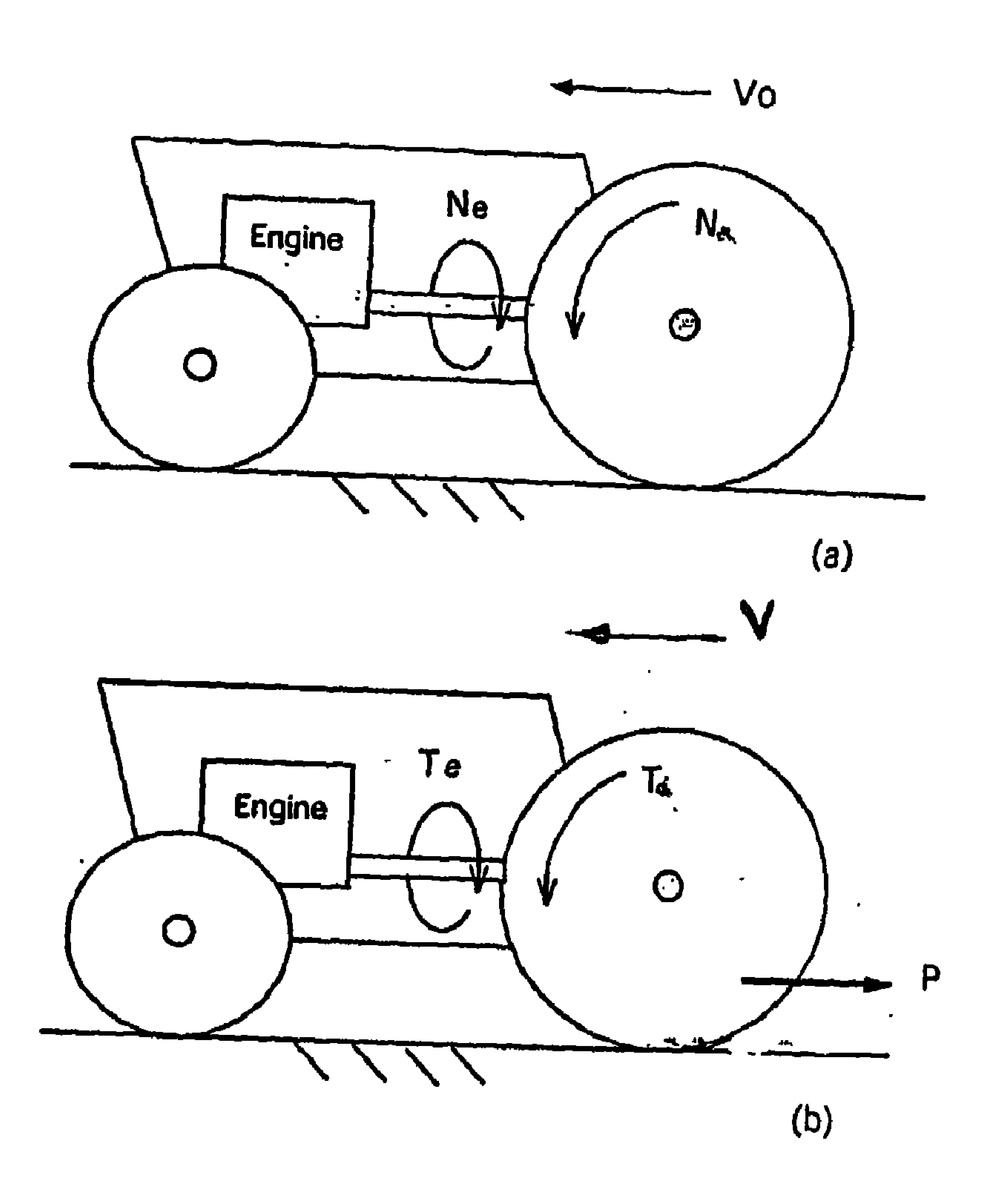
أما القدرة على المحور الخلفى Axle power (AP) تحسب من العلاقة:

$$AP = \frac{2\pi N_a T_a}{60}$$

حيث: AP = القدرة على المحور الخلفى، كيلووات (kW)

N_a = سرعة دوران المحور الخلفى، لفة/دقيقة (r.p.m)

T_a = العزم على المحور الخلفى، ك. نيوتن. متر (kN.m)



V_o = السرعة النظرية

N_e = سرعة دوران عمود الكرنك، لفة/دقيقة (r.p.m)

N_a = سرعة دوران العجل ، لفة/دقيقة (r.p.m)

T_e = العزم على عمود الكرنك. نيوتن. متر (N.m)

T_a = العزم على المحور الخلفى

P = قوة الشد على قضيب الشد

شكل (٤-٢) العزم والسرعة أثناء نقل الحركة فى الجرار

وتكون كفاءة نقل (توصيل) القدرة η_t Power – Transmission efficiency

$$\eta_t = \frac{Axle\,Power\,(AP)}{Brake\,Power\,(BP)}$$

وتعتمد كفاءة نقل (توصيل) القدرة على تصميم وجودة وحدة نقل الحركة وأقصى كفاءة توصيل ٩٨٪ لكل وحدة نقل. وعلى ذلك:

$$\eta_t = \frac{2\pi N_a T_a}{60} / \frac{2\pi N_e T_e}{60}$$

$$\eta_t = \frac{N_a T_a}{N_e T_e}$$

$$\frac{N_e}{N_a} = \frac{T_a}{T_e\, x\, \eta_t} = R$$

وتعرف R بنسبة التخفيض الكلية وتساوى النسبة بين سرعة دوران المحرك إلى سرعة دوران المحور الخلفى. على ذلك فأن أى نقص فى سرعة دوران المحور الخلفى يقابلها زيادة فى قيمة العزم والعكس بالعكس. ووحدة نقل الحركة عبارة عن ميكانزم لتغير سرعة وعزم عمود الكرنك دوران المحرك إلى سرعة وعزم يتناسب مع احتياجات دوران المحور الخلفى.

٤ـ٢ـ الأجزاء الرئيسية لأجهزة نقل وتوصيل القدرة

تتكون الأجزاء الرئيسية لأجهزة نقل وتوصيل القدرة من:

أ- القابض Clutch

ب- صندوق السرعات (التروس) Gear Box

جـ- الجهاز العمودى والفرقى (الكورونة) Differential

د- جهاز النقل النهائى Final Drives

القابض clutch

القابض هو وسيلة لنقل القدرة من المحرك إلى صندوق التروس وكذلك فصل ووصل الحركة من المحرك إلى صندوق التروس. ويعلق عليه الدبرياج

ويقع القابض أو الدبرياج clutch خلف المحرك مباشرة ، وسمى قابض لأنه يظل قابضاً على حدافة المحرك يدور معها إذا دارت إلا إذا عزل عنها فينفصل عنه ويدور المحرك وحده منفصلاً عن أجهزة نقل الحركة Transmission System، وعموماً يمكن تلخيص الغرض من القابض فى النقاط الآتية:

١- وصل القدرة من المحرك إلى صندوق السرعات (باقى آلات الجر) استعدادا لبدء حركة الجرار من السكون.
٢- فصل المحرك عن صندوق السرعات مؤقتاً، تمهيداً لتغيير سرعة الجرار لاختبار أنسبها للعمل.
٣- فصل المحرك عن صندوق السرعات لتهدئة سرعة الجرار أو إيقافه، بينما تكون تروس تغيير السرعة معشقة والمحرك دائراً.

ويقوم قائد الجرار (السائق) بفصل المحرك عن الدبرياج وبالتالى عن أجهزة نقل الحركة عندما يضغط بقدمه اليسرى على دواسة الدبرياج وعندما يتم اختيار السرعة بواسطة عصا فتيس صندوق السرعات يرفع السائق قدمه تدريجياً عن الدواسة لإعادة توصيل الدبرياج، فتنتقل قدرة المحرك بنعومة إلى صندوق السرعات وباقى آلات الجر وبهذه الطريقة لا يشعر السائق بأى ارتجاج قد يحدثه التحميل المفاجئ عن المحرك. ويعتمد مكان وضع القابض على وضع المحرك بالنسبة لمحور الجرار، فإذا كان محور الكرنك عمودياً على محور الجرار (المحرك بالعرض) فيتم وضع القابض فى أحد نهايتى عمود الكرنك بعد الحدافة مباشرة. وإذا كان عمود الكرنك المحرك فى اتجاه محور الجرار (المحرك بالطول) فإن القابض يوضع خلف الحدافة مباشرة، أى فى نهاية عمود الكرنك البعيد عن مقدمة الجرار.

الشروط الواجب توافرها فى القابض:

يجب أن يتوافر فى القابض الشروط الآتية حتى يعمل بكفاءة ودون حدوث أى اعطال:

١- عند فصل الحركة يجب أن يكون الفصل تاماً وكذلك عند وصل الحركة يجب أن يكون القابض محكم الإتصال حتى لا يكون هناك أى انزلاق.

٢- سهولة التشغيل بواسطة القدم أو أحياناً بواسطة اليد بمعنى أنه لا يلزمه قوة عضلية كبيرة.

٣- أن تكون له القدرة على نقل أكبر عزم بدون حدوث إنزلاق.

٤- يجب أن يتحمل الصدمات التى قد تحدث عند وصل الحركة.

٥- أن تكون له القدرة على تحمل درجات الحرارة العالية

٦- أن يكون بعيداً عن أى زيوت أو شحوم لمنع الإنزلاق.

٧- سهولة التحكم والصيانة - بسيط التركيب - خالى من معوقات التشغيل.

التصميمات المختلفة للقوابض:

يوجد مجموعة تصميمات مختلفة من القوابض، فإذا يتم نقل عزم الدوران عن طريق أسطح أحتكاك مضغوطة على بعضها البعض. وتعرف هذه الأنواع بالقوابض الاحتكاكية Friction clutches ويوجد منها الأنواع التالية:

- القابض القرصى Disk clutch
- قابض تجاوز السرعة Overrunning Clutch
- القابض المخروطى Cone Clutch

وهناك أنواع من القوابض تعمل بقوى القصور الذاتى للموائع أو قوى كهرومغناطيسية ويوجد منها الأنواع التالية:

- قوابض القوة الطاردة المركزية Centrifugal force clutch
- قوابض هيدروديناميكية Hydrodynamic clutch
- قوابض كهرومغناطيسية Electro- magnetic clutch

القوابض الاحتكاكية Friction clutches

الأجزاء الفعالة فى القوابض الاحتكاكية هى أسطح الاحتكاك والتى تضغط على بعضها البعض بواسطة يايات Springs، ويتوقف مقدار الاحتكاك المتولد بين اسطح الاحتكاك على نوع مادة الاحتكاك ودرجة جودة أسطحها ودرجة حرارة البطانة وقوة ضغط اليايات. وتعتبر قوة ضغط اليايات من أهم العوامل التى تؤثر فى عمر القابض.

القوابض القرصية Disk Clutch

سميت كذلك نظراً لأن سطحى الأحتكاك يكونوا على شكل قرص ويتركب القابض كما هو مبين فى شكل (٤-٣) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- الحدافة Flywheel: وهى عجلة ثقيلة مثبتة فى نهاية عمود الكرنك.
- قرص الضغط Pressure plate: وهو قرص سميك نوعا مصنوع من الصلب ومثبت فى الحدافة من حيث دورانه معها، ولكنه فى نفس الوقت يمكنه التحرك محورياً حول مسامير مثبتة فى الحدافة.
- قرص القابض "قرص الاحتكاك" Friction Plate:

وتعرف باسطوانة الدبرياج Clutch centre plate وهو عبارة عن قرص رفيع من الصلب مبرشم فى وجهيه حلقتان من بطانة الاحتكاك وهذه البطانة لها معامل احتكاك عالى وهذه الاسطوانة مثبتة على صرة تزلق على مراود محفورة على طرف عمود الدبرياج (الذى يوصل الحركة إلى صندوق السرعات) وبذلك يمكن للقرص أن ينزلق على العمود فضلاً على دورانه معه.

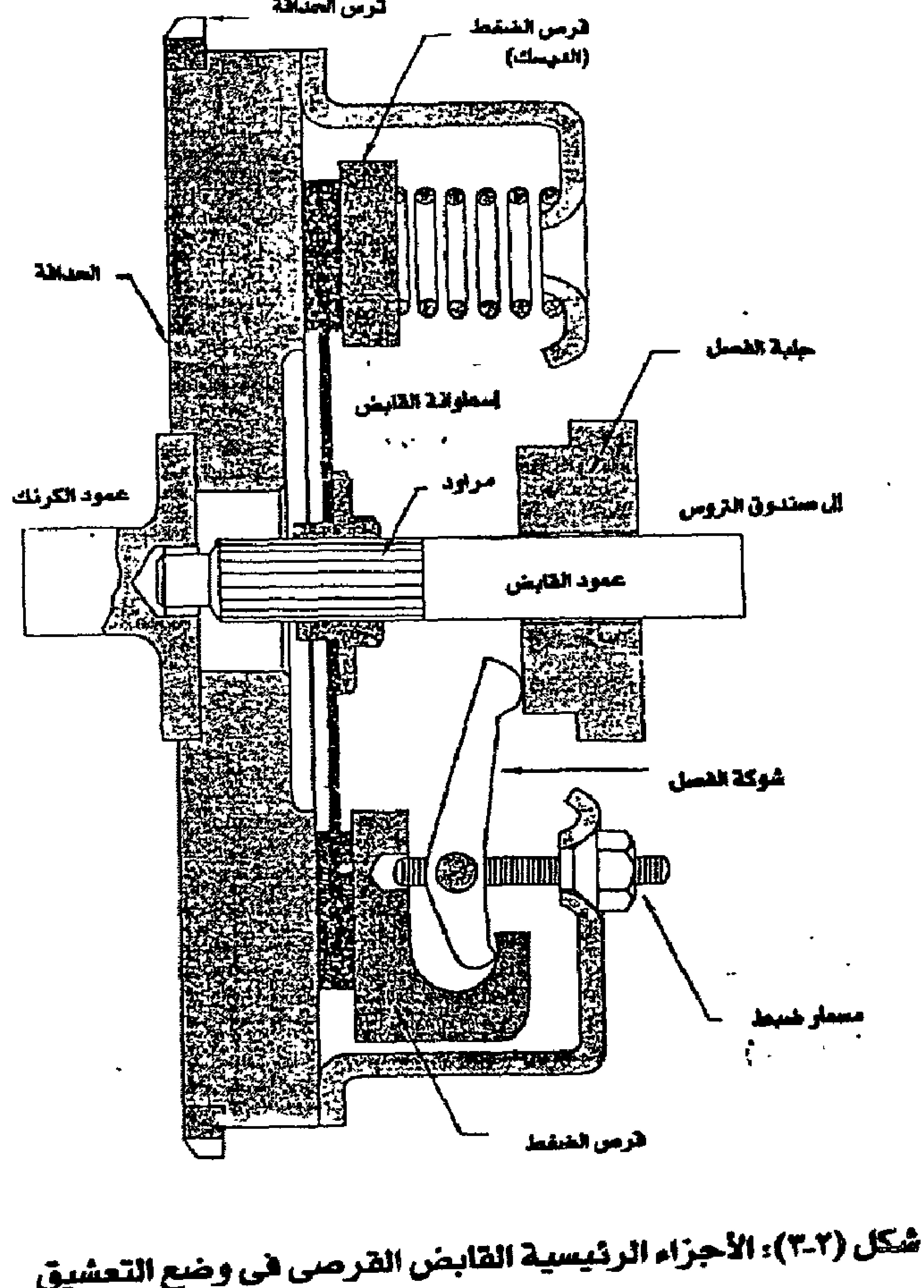
وأسطوانة الدبرياج تقع بين الحدافة Flywheel وقرص الضغط Pressure Plate الذى يضغط على اسطوانة الدبرياج بقوى عدة يايات تعرف بيايات الدبرياج Clutch Springs، موزعة على القطر، تستند هذه اليايات على غطاء الدبرياج المثبت أيضاً على الحدافة. أى أن الحدافة وغطاء الدبرياج واليايات وقرص الضغط تدور كمجموعة واحدة مع عمود الكرنك.

فـى وضـع تعشـيق الـدبرياج تكـون اليايـات ضـاغطة علـى قـرص الضـغط فينزلق إلى الداخل ويضغط بدوره على أسطوانة الـدبرياج. وبـذلك تكـون أسـطوانة الدبرياج مضغوطة بشدة بين قرص الضغط وسـطح الحدافـة بـدون أى انـزلاق وفـى هذا الوضع تدور اسـطوانة الـدبرياج مـع الحدافـة كوحـدة واحـدة، وتنتقـل الحركـة منهـا خلال المـراود إلى عمـود الـدبرياج ثـم إلى صـندوق السـرعات. كمـا هـو موضـح بشكل(٤-٣). عنـدما يضغط السائق بقدمه على دواسة الدبرياج تنزلق جلبه الفصـل Release bearing إلى الـداخل وتـدفع معهـا الطـرف العلـوى لشـوكة الفصـل Cultch fork إلى الداخل، وحيث أن شوكة الفصل تتحرك حول محور بـالقرب مـن منتصفها، فإن طرفها السفلى يتحرك إلى الخارج ويسحب معه قـرص الضـغط بعيـداً عـن أسـطوانة الـدبرياج.. وعنـدئـذ تتحـرر أسـطوانة الـدبرياج عـن بـاقى الأجـزاء المتحركة ولا تنتقل الحركة إلى عمود الدبرياج وهذا هو وضـع الفصـل للـدبرياج كمـا هو موضح بشكل (٤-٤). ويجب الإشارة أن مسافة حركة أسطوانة الدبرياج لا تتعـدى ٣ ملليمترات (وهى مقدار الخلوص بينها وبين قرص الضغط والحدافة) هذا الخلوص يؤثر فى النهاية على قيمة المشوار الذى يقطعه قدم السائق لفصل الدبرياج فإذا كان هذا المشوار كبيراً يقال أن الدبرياج مـنخفض ويجب تعليتـه. وإذا كـان المشـوار صـغيراً يقال أن الدبـرياج عـالى ويجب تخفيضه من أجل راحة السائق. الوضـع الصـحيح الـذى يوفر للسـائق الراحـة، ويضـمن سـلامة أسـطوانة الـدبرياج هـو عنـدما يحـدث فصـل الدبرياج فى منتصف مشوار القدم.

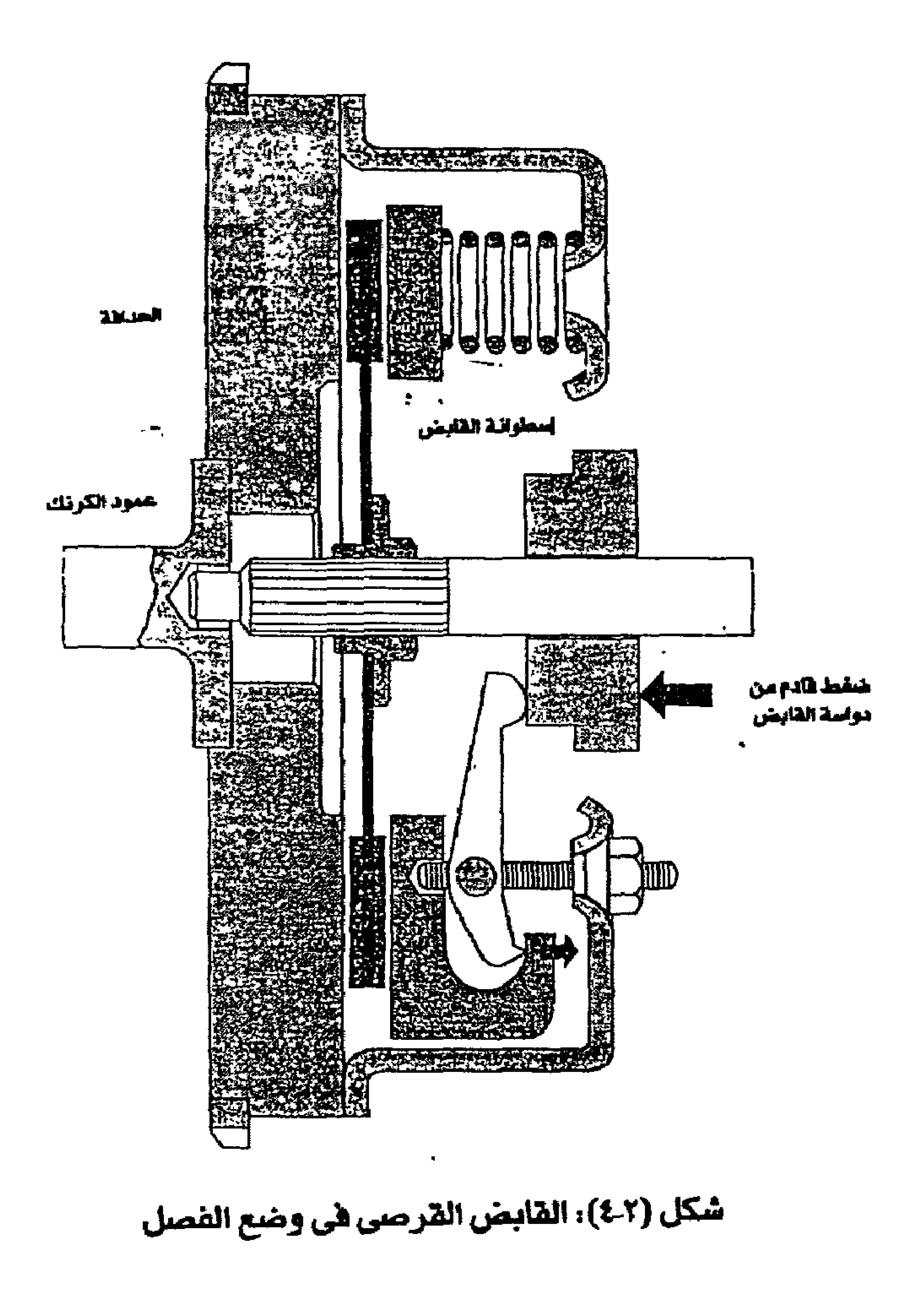
أنواع القوابض القرصية

أولاً: القابض الفردى القرص Single disk

القوابض مفـردة القـرص قد يكون قرصـا جافـاً أو مغمـوراً فـى حمـام زيتـى. وعرف النوع المغمور فى حمام زيتى بالقابض الرطب ويقل فى هذا النوع التآكل عـن النوع الجاف كما انه أصغر حجمـاً مـن النـوع الجـاف، وفـى صـناعة الجـرارات يفضـل استخدام القابض الجاف.



شكل (٢-٣): الأجزاء الرئيسية القابض القرصى فى وضع التعشيق

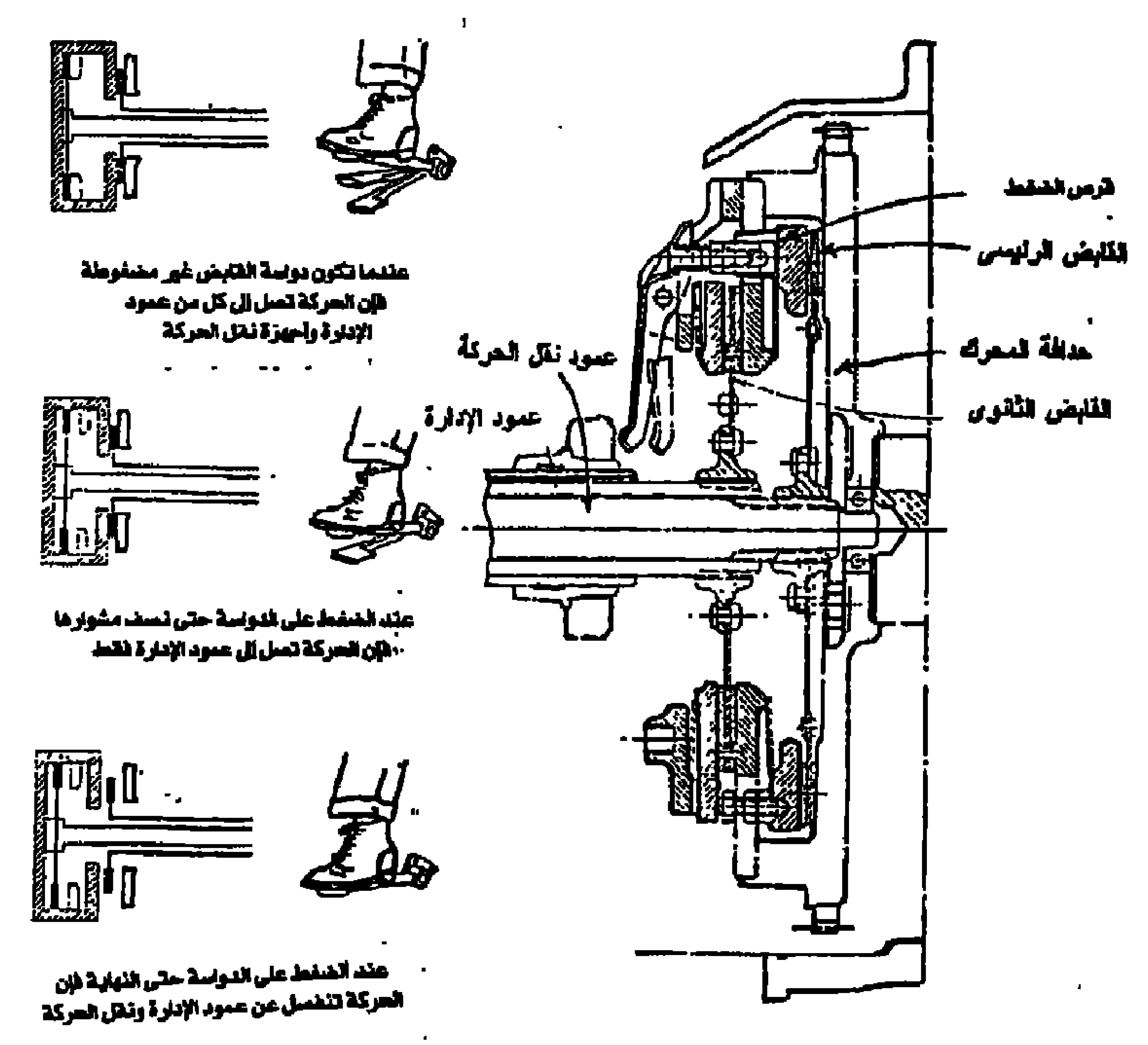


شكل (٢-٤): القابض القرصى فى وضع الفصل

وفـى هـذا المجـال أثبـت القـابض المفـرد القـرص صـلاحيته وكفاءتـه نظـراً لبسـاطة تصـميمه، وتحقيقـه للاشـتراطات المحـددة التـى يتطلبهـا تشـغيل الجـرار. والقوابض الفردى القرص العالية الكفاءة كالمستخدمة فى الجرارات تصميماتها أكثـر تعقيداً بالطبع، فهى تتطلب تركيب عدة يايات على القـرص الضاغط أو يـاى واحـد مركزى عليه.

ثانياً: القابض الثنائى Double Disk

يصـمم القـابض الثنـائى خصيصـاً لاسـتخدامه فـى الجـرارات. ويـزود هـذا النوع من القوابض بقرص كبير وآخر صغير يعملان بواسطة يايات مشتركة. ويركب القرص الكبير على عمود القـابض المصمت، ويسـتخدم لنقـل الحركـة مـن المحـرك إلى صندوق التروس أما القرص الصغير فيركب على عمود مجوف، ويعمـل علـى فصـل أو وصل الحركة لعمـود الإدارة P.T.O (شـكل ٤-٥). وعنـد الضـغط علـى دواسـة القـابض بفصـل الحركـة عـن صـندوق تـروس السـرعات ولا ينفصـل تعشـيق عمـود التشـغيل الخـارجى إلا بمواصـلة الضـغط علـى الدواسـة وقـد أثبـت القـابض المـزدوج الأقـراص صلاحيته وكفائته لتشغيل المعدات الزراعية مثل آلات الحصاد والدراس.



شكل (٤-٥) القابض الثنائى المستخدم فى الجرارات الزراعية

ثالثاً: القابض المتعدد الأقراص:

فى هذا التصميم تستخدم فى القابض عدة أقراص، وجسم القابض هنا أكبر منه فى النوعين السابقين، ويحتوى على أقراص دفع بها دلائل على هيئة عروة أو أسنان من تروس، وتتعشق أقراص القابض بالتناوب بأقراص الدفع. ويستخدم القابض المتعدد الأقراص مع القابض الرطب حيث يعمل الزيت الموجود على تبريد القابض إلا أن تشغيل القابض الرطب يخفض من معامل الاحتكاك لذلك فهذا النوع يحتوى على أقراص متعددة للحصول على أسطح احتكاك متعددة.

التحكم فى القابض

يمكن أن تنتقل الحركة من دواسة الدبرياج إلى جلبة الفصل بثلاث طرق،

أ- الطريقة الميكانيكية:

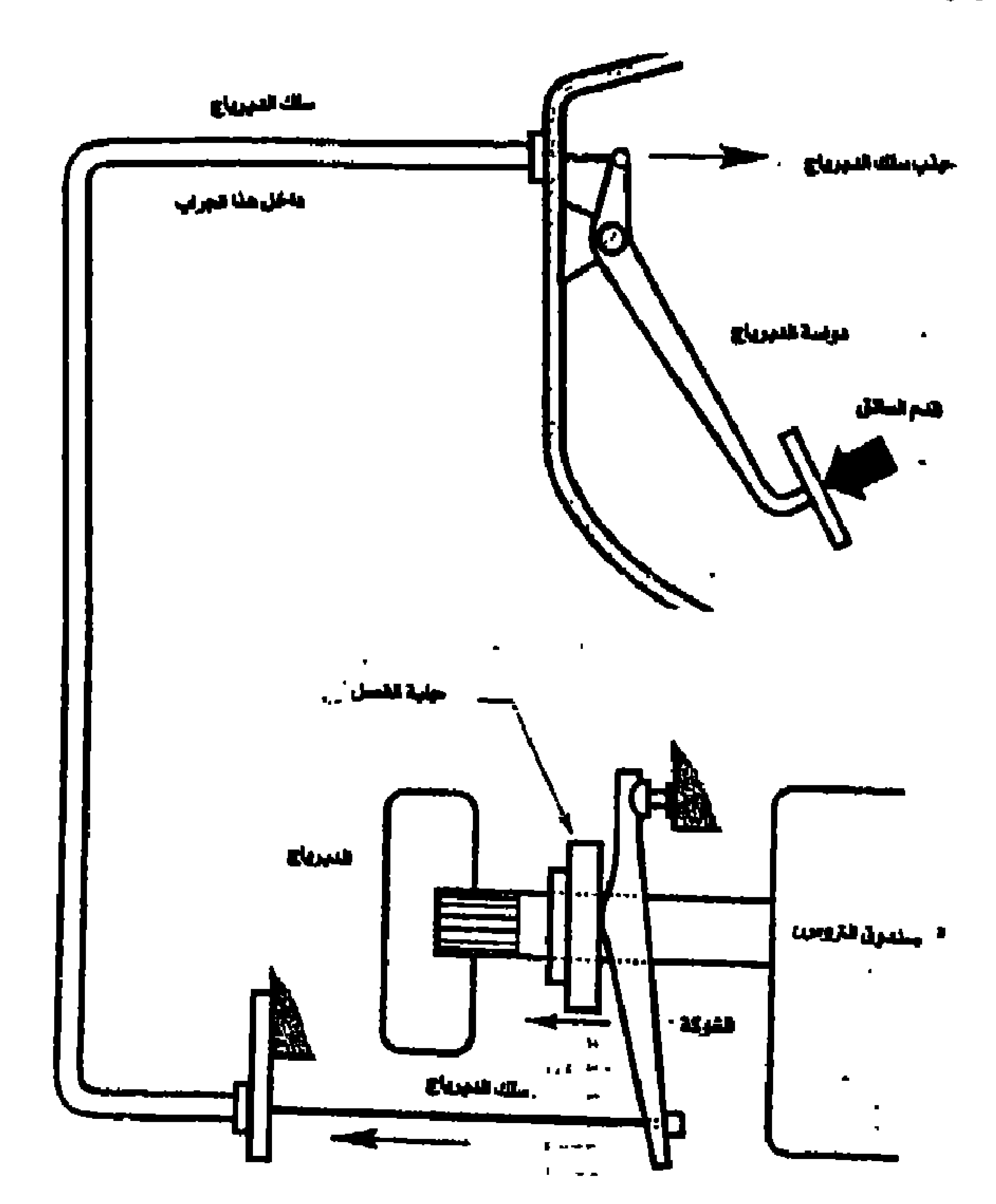
تعتمد على عدد من الوصلات المعدنية التى تنقل حركة الدواسة إلى جلبة الفصل. وهذه الطريقة قديمة ولم تعد مناسبة للاستخدام، حيث تفتقر إلى الدقة والبساطة، وذلك بسبب تمدد الوصلات وتغير شكلها مع الاستعمال مما يؤدى إلى تغير مشوار شوكة الدبرياج clutch fork، واحتياجها إلى إعادة الضغط باستمرار، هذا بالإضافة إلى ان تراكم الشوائب عليها قد يعوق حركتها. وهناك طريقة ميكانيكية أخرى للتحكم فى القابض (شكل٤-٦) تعتمد على نقل حركة دراسة الدبرياج مباشرة إلى جلبة الفصل بواسطة سلك من الصلب ويوجد جراب من البلاستيك المقوى حول السلك لحمايته من الأتربة والقاذورات، كما توجد وسيلة لضبط الحركة فى هذا النظام. وبرغم بساطة ورخص هذه الطريقة إلا ان السلك قد يقطع أحياناً.

ب- الطريقة الهيدروليكية

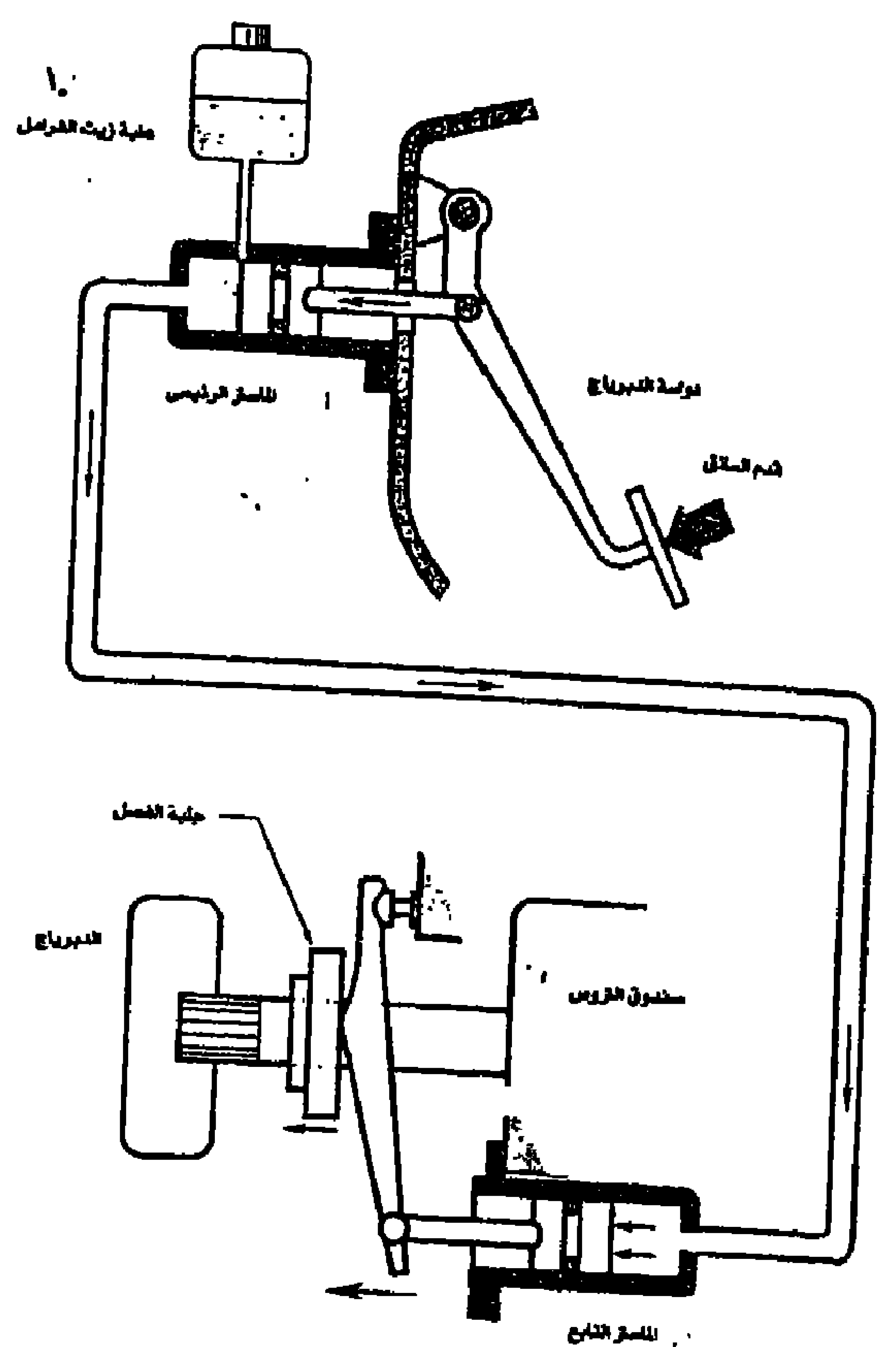
قد تظهر صعوبات فى التحكم وتشغيل القابض بالطرق الميكانيكية لذلك تستعمل الأجهزة الهيدروليكية حيث يمكن بواسطتها تقليل القوة اللازمة للتحكم فى القابض. وفى هذه الطريقة يعتمد التحكم فى تشغيل القابض فى سائل

هيدروليكى مماثل لزيت الفرامل Brake fluid. وفى هذا النوع توجد اسطوانتين يتحرك بداخل كل منهما مكبس كما هو موضح بشكل (٤-٧).

تسمى الاسطوانة الموجودة خلف الدواسة مباشرة بالاسطوانة الرئيسية clutch master cylinder (الماستر الرئيسى للدبرياج) بينما تسمى الأخرى القريبة من الدبرياج بماستر التشغيل Servo cylinder (الماستر التابع). تربط الاسطوانتين أنبوبة معدنية لتوصيل الزيت من الماستر الرئيسى إلى الماستر التابع. عندما يضغط السائق على دواسة الدبرياج، يتحرك المكبس ليضغط الزيت فى الماستر الرئيسى حيث ينتقل هذا الضغط عبر الأنبوبة إلى الماستر التابع فيتحرك المكبس به إلى الخارج وتؤدى هذه الحركة إلى تحريك جلبة الفصل للداخل وبالتالى فصل الدبرياج. وتوجد علبة بلاستيك تحتوى على كمية من الزيت لتعويض النقص الذى قد يحدث نتيجة للتسرب. وبرغم أن هذا النظام مكلفاً نسبياً إلا أنه يتميز بالضبط الذاتى فهو لا يحتاج إلى ضبط. كما أنه يعمر طويلاً وتنحصر مشاكله فى تسرب الزيت بسبب تآكل حلقات المثبتة على مكبس الماستر .



شكل (٤-٦): الطريقة الميكانيكية المتطورة (طريقة السلك) التحكم فى القابض



شكل (٤-٧): الطريقة الهيدروليكية للتحكم فى القابض

٤-٢- جهاز نقل السرعات Transmissions system

يمكن تلخيص وظيفة جهاز نقل السرعات Transmissions فيما يلى:

١- تغيير السرعات وعزم الدوران حسب ظروف التشغيل.

٢- فصل قدرة (حركة) المحرك عن العجلات بصفة دائمة (وضع التعادل) لإمكانية تشغيل المحرك والجرار ثابت وإتاحة الفرصة لضبطه وإصلاحه.

٣- إمكانية التحرك حركة الخلفية.

أولاً: النقل اليدوى للسرعات Manual Transmission

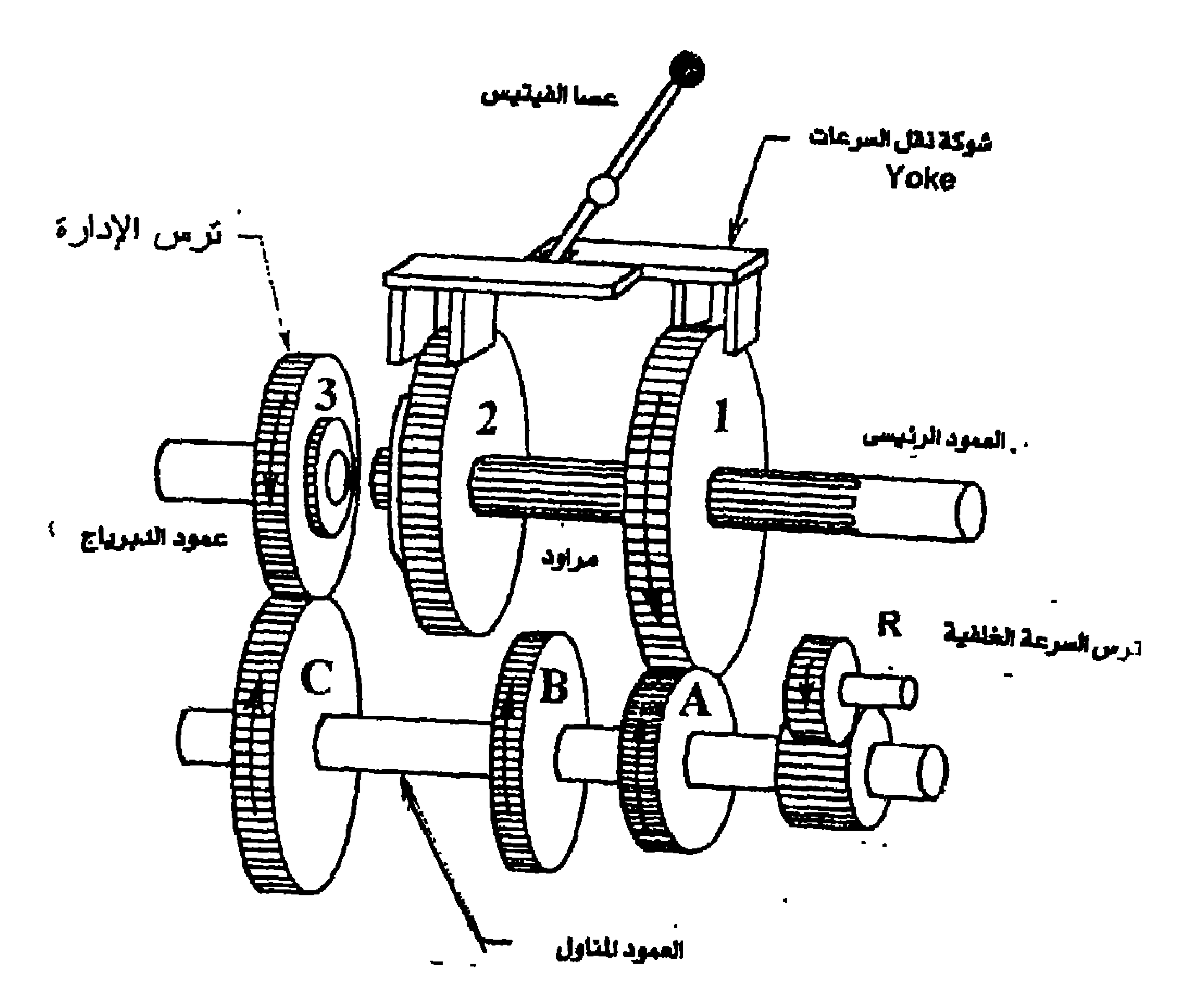
نقل السرعات يدوياً يتم عن طريق فصل الدبرياج وتحريك ذراع تغيير السرعات (عصا الفيتيس) لتعشيق ترسين فى صندوق التروس للحصول على نسبة تعشيق محددة وبالتالى السرعة المطلوبة. كان صندوق التروس القديمة يعتمد على

انزلاق التروس فيما يسمى بصندوق التروس المنزلقة Sliding gear box لتعشيق التروس. ومع استمرار التقدم التكنولوجي، تستخدم صندوق التروس دائمة التعشيق Constant-mesh gear box ويطلق عليه أيضاً صندوق التروس ذات القوابض الكلابية، وهو النوع الأحدث والأكثر استخداماً فى النقل اليدوى للسرعات.

ـ صندوق التروس المنزلقة Sliding gear box

يتكون صندوق التروس المنزلقة Sliding gear box من ترس الإدارة Drive gear المثبت على نهاية عمود القابض، وعدد من التروس المختلفة الأقطار والمثبتة على العمود المناول (Counter shaft)، حيث انه يدور عكس اتجاه عمود القابض فأحد تروسه C معشق بصفة دائمة مع ترس الإدارة كما هو موضح فى شكل (٤-٨) الذى يبين صندوق تروس ثلاث سرعات وأخرى خلفية. بالإضافة إلى ذلك يوجد ترس حر للسرعة الخلفية Reverse idler gear يمكن توضيح عملية نقل السرعات فيما يلى:

- عدم تعشيق اى من التروس المنزلقة 1 أو 2 مع التروس A,B يمثل وضع التعادل (المور).
- تعشيق الترس 1 بالترس A يمثل السرعة الأولى.
- تعشيق الترس 2 بالترس B يمثل السرعة الثانية.
- تعشيق الترس 2 بالترس 3 (عن طريق أسنان جانبية) يمثل السرعة الثالثة. وفيها يتم النقل من ترس الإدارة مباشرة ودون المرور على العمود المناول. يلاحظ أن السرعة الثالثة تساوى سرعة عمود الدبرياج وبالتالى عمود الكرنك.
- تعشيق الترس 1 بالترس R عن طريق ترس السرعة الخلفية يمثل السرعة الخلفية.



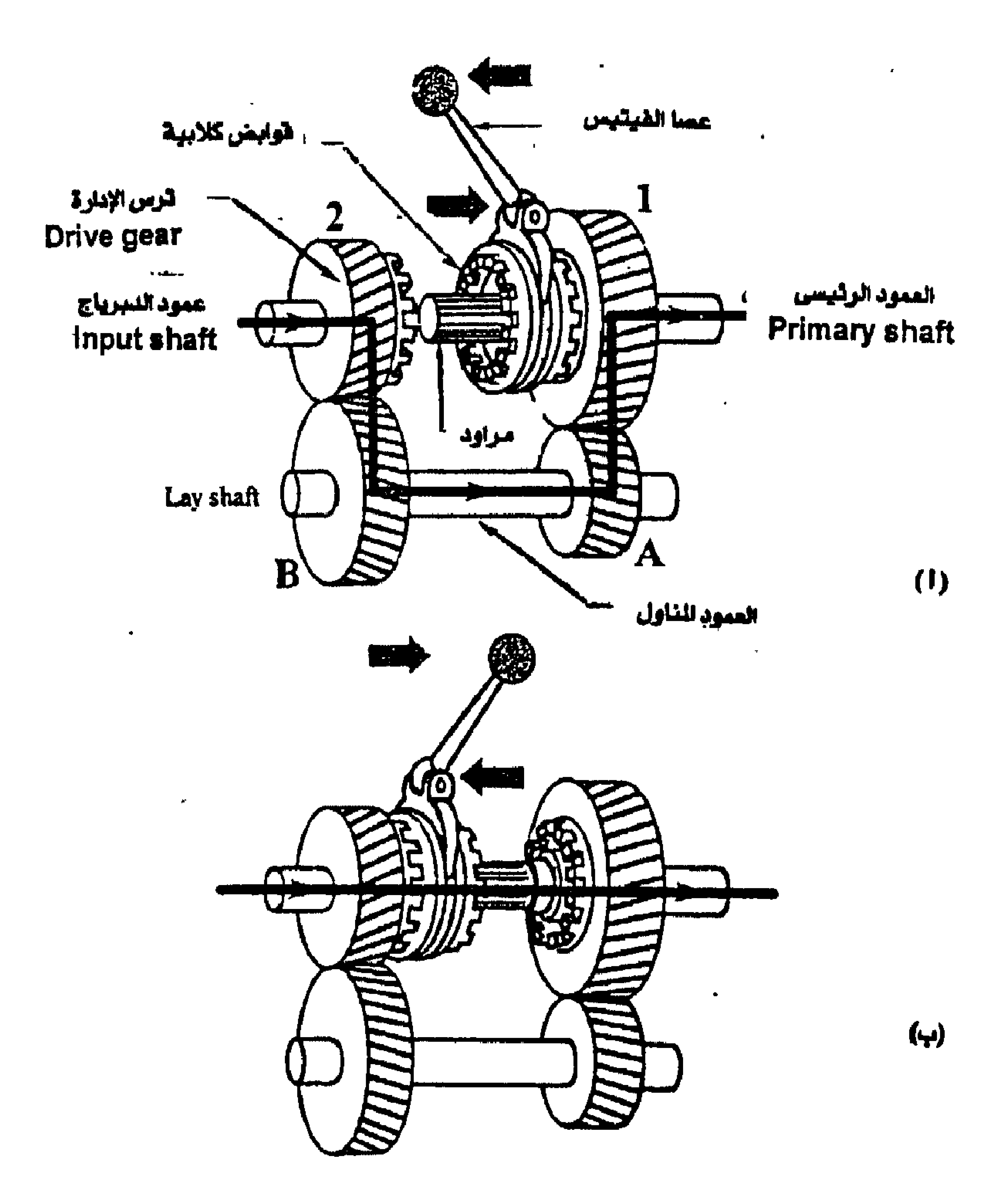
شكل (٤-٨) صندوق التروس المنزلقة

صندوق التروس دائمة التعشيق Meshing gear box

يتميز صندوق التروس ذات التروس دائمة التعشيق meshing gear box عن صندوق التروس المنزلقة بطول عمر أسنان التروس، حيث أنها معشقة بصفة دائمة. كما أنه يتميز بإمكانية استخدام تروس ذات أسنان حلزونية وهى أكثر كفاءة وأقل صوتاً من التروس ذات الأسنان المستقيمة. وقد حدث تطور فى آلية التعشيق بحيث يتم بدون اختلاف فى السرعات، وأنتج ما يسمى بصندوق التروس المتزامنة synchronized gear box ويتميز بنعومة التعشيق.

يتكون صندوق التروس دائمة التعشيق من عمودين أحدهما علوى يسمى العمود الرئيسى Primary shaft، والآخر سفلى ويسمى العمود المناول Lay shaft العمود الرئيسى يتكون من جزأين أحدهما هو عمود الدبرياج مثبت

العمود الرئيسى Lay shaft يتكون من جزاين أحدهما هو عمود الدبرياج مثبت فى نهايته ترس الإدارة Drive gear، والآخر متصل بعمود جهاز الفصل العمودى وعليه ترس حر الحركة كما هو موضح فى شكل (٤-٩). يظهر من الشكل أن القوابض الكلابية Dog clutches تنزلق على مراود بواسطة (عصا الفيتيس) لتشتبك مع أسنان على جوانب تروس العمود الرئيسى التى تكون دائمة التعشيق مع تروس العمود المناول. عدم تعشيق القوابض الكلابية مع أى من تروس العمود الرئيسى يجعل التروس كلها تدور حول محورها ولكن الحركة لا تنتقل إلى العمود الرئيسى لأن الترس 1 غير مثبت (ينزلق) عليه.



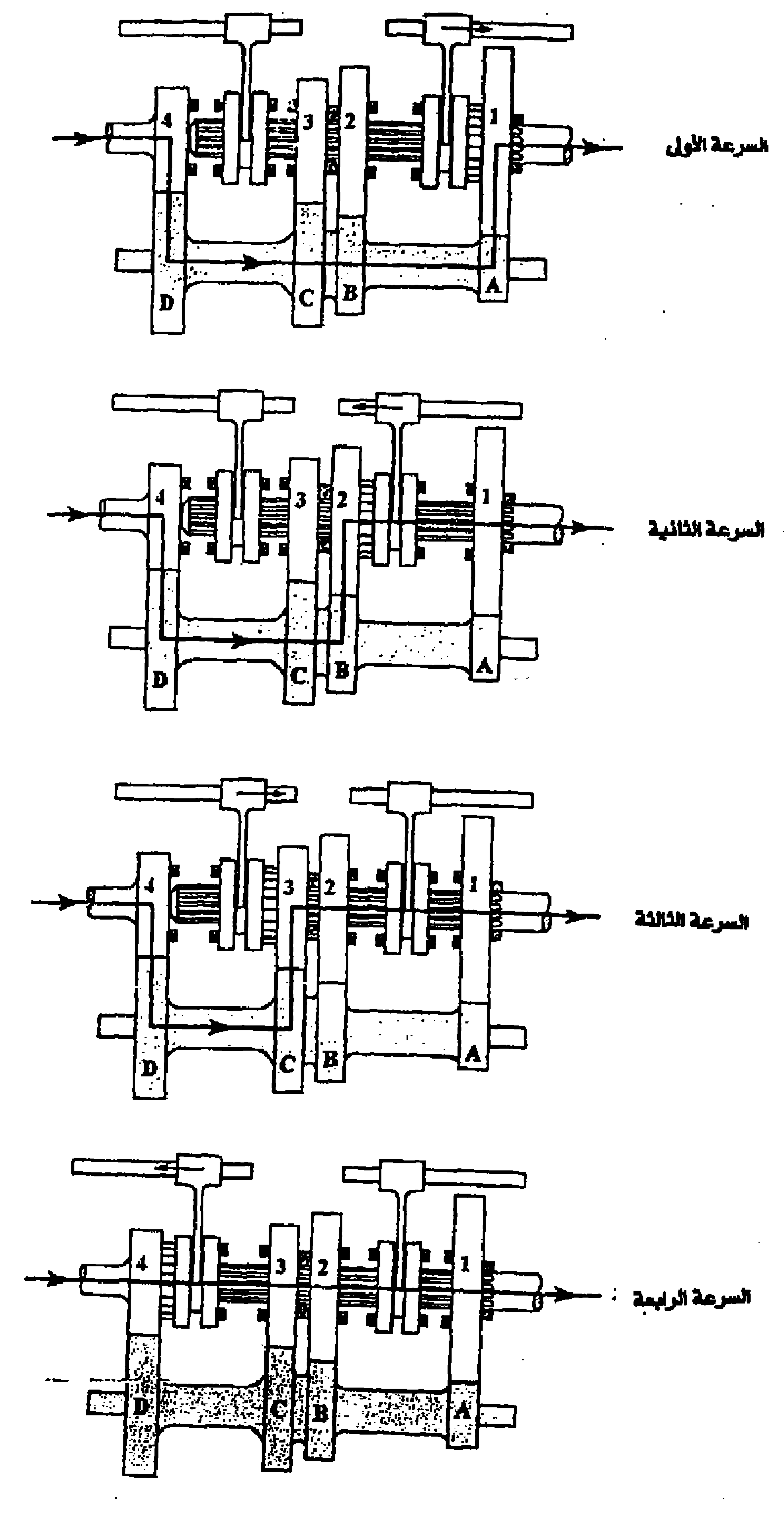
شكل (٤-٩) نظرية صندوق التروس دائمة التعشيق

كما يبين الشكل (٤-٩) أيضاً وضعين مختلفين للقوابض الكلابية ومسار القوة فى كل حالة. قبل التعشيق كانت جميع التروس تدور بما فيها الترس 1، ولكن دورانه لا ينتقل إلى العمود الرئيسى حيث أنه غير مثبت عليه، وهذا الوضع يماثل وضع التعادل فى الوضع الأول شكل (٤-٩أ) تم تعشيق القوابض الكلابية بالترس 1 لينتقل الدوران منه إليها ثم إلى العمود الرئيسى، حيث أن القوابض الكلابية تنزلق على مراود فى العمود فيتم ربط الترس 1 مع العمود الرئيسى. بذلك يدور العمود الرئيسى بسرعة مختلفة عن عمود الدبرياج على حسب نسبة التعشيق من 2 إلى B ثم من A إلى 1. فى الوضع الثانى تشتبك القوابض الكلابية مع ترس الإدارة 2 لينتقل الدوران إلى العمود الرئيسى بنفس السرعة. يلاحظ أن باقى التروس تدور ولكن دون تأثر.

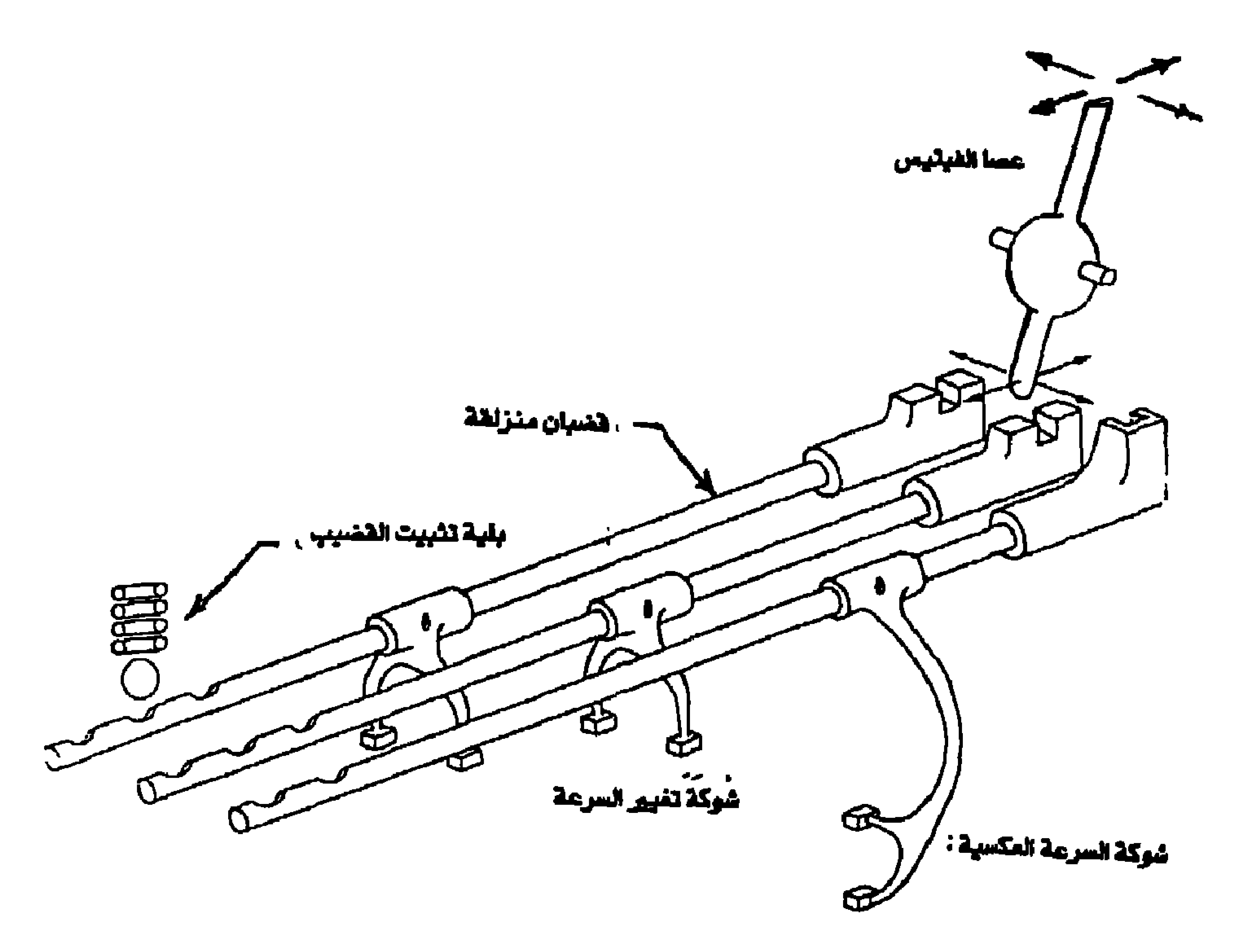
ويوضح شكل (٤-١٠) وضع القوابض الكلابية عند تعشيق السرعة الأولى والثانية والثالثة والرابعة وكذلك مسار الحركة فى كل حالة. وللحصول على الحركة الخلفية فإنه يتحتم عكس اتجاه دوران العمود الرئيسى. ويتم ذلك عملياً بواسطة ترس صغير يسمى ترس السرعة العكسية يكون حر الدوران والانزلاق على عمود خاص به فى صندوق السرعات. ويمكن بواسطة عصا الفيتيس تعشيق هذا الترس مع ترسين أحدهما مثبت على العمود المناول والآخر على القطر الخارجى للقابض الكلابى الأول. بهذه الطريقة تنتقل الحركة من عمود الإدارة إلى العمود المناول إلى ترس السرعة العكسية إلى العمود الرئيسى الذى يدور فى الاتجاه العكسى.

آلية تغيير السرعات

يتم تغيير السرعات بواسطة ذراع تغيير السرعات التى يحركها سائق الجرار إلى أوضاع محددة فيحصل على السرعة المحددة. وحيث أن عصا الفيتيس مرتكزة من قرب منتصفها على محور كروى الشكل، فإن طرفها السفلى يحرك القضبان المنزلقة فى الاتجاه العكسى كما هو موضح فى شكل (٤-١١)، ويلاحظ من الشكل وجود ثلاثة قضبان منزلقة: الأول خاص بالسرعة الأولى والثانية، والثانى خاص بالسرعة الثالثة والرابعة، أما الثالث فهو مخصص للسرعة العكسية.



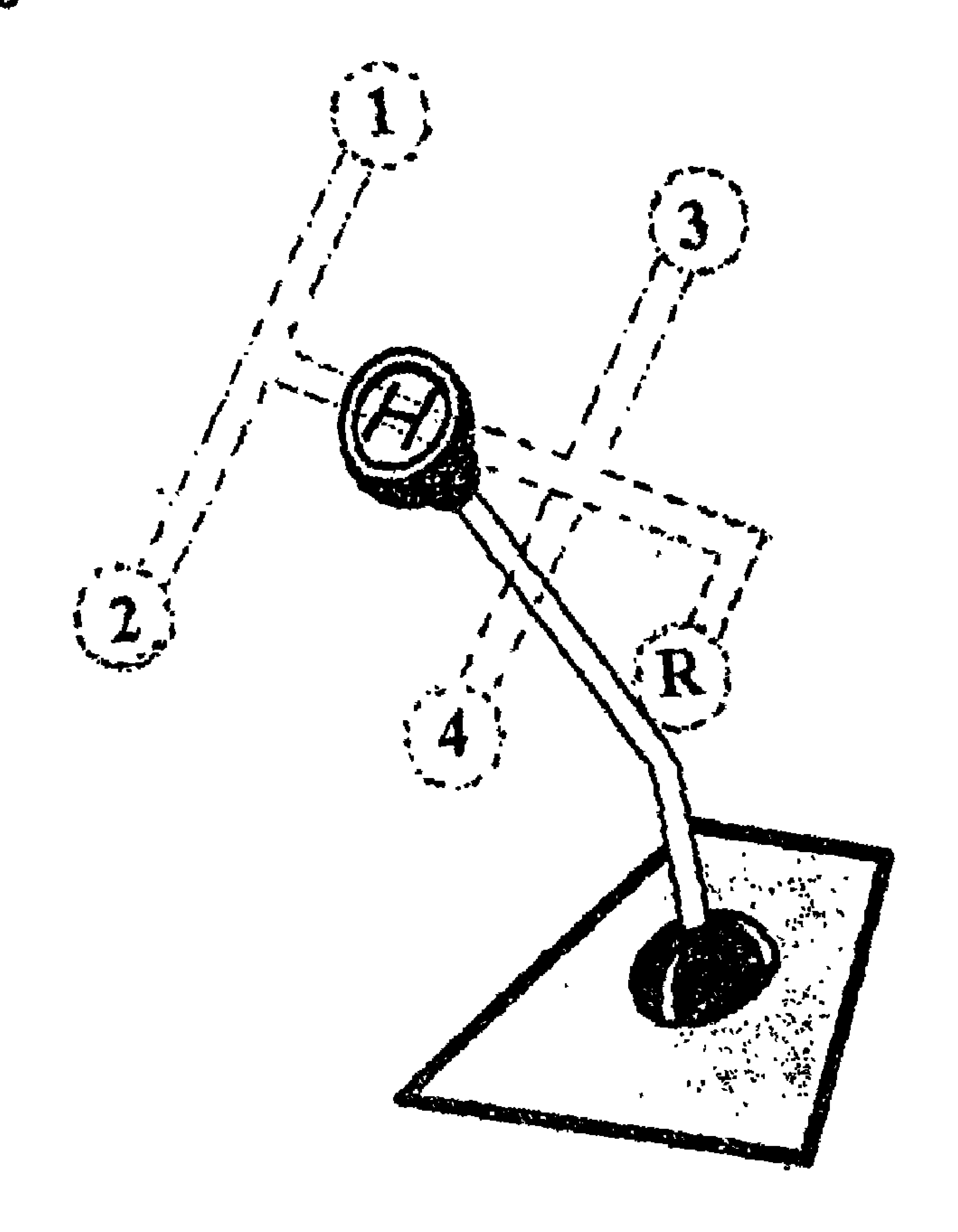
شكل (٤-١٠): تغيير السرعات فى صندوق التروس



شكل (٤-١١): آلية تغيير السرعات

ويتم تحريك القوابض الكلابية فى صندوق التروس للحصول على التعشيق المناسب بواسطة شوك مثبتة بمسامير قلاووظ على القضبان المنزلقة. ويوجد فى نهاية كل عمود منزلق كرة من الصلب (بليه) يتم تثبيتها بقوى ياى فى تجويف بالعمود المنزلق فتمنعه من تغيير وضعه إلا إذا غير السائق السرعة بواسطة عصا الفيتيس.

حركة عصا الفيتيس تكون دائماً على شكل حرف H كما هو موضح فى شكل (٤-١٢) الذى يبين مواضع السرعات (وكذلك السرعة العكسية R) بواسطة عصا الفيتيس. وتزود صناديق التروس بوسيلة لضمان عدم تعشيق السرعة الخلفية أثناء التحرك للأمام لحماية التروس من الكسر. كما تزود صناديق التروس بوسيلة أخرى لمنع تعشيق ترسين فى نفس الوقت، وذلك أيضاً لحمايته من التلف والتحطم.



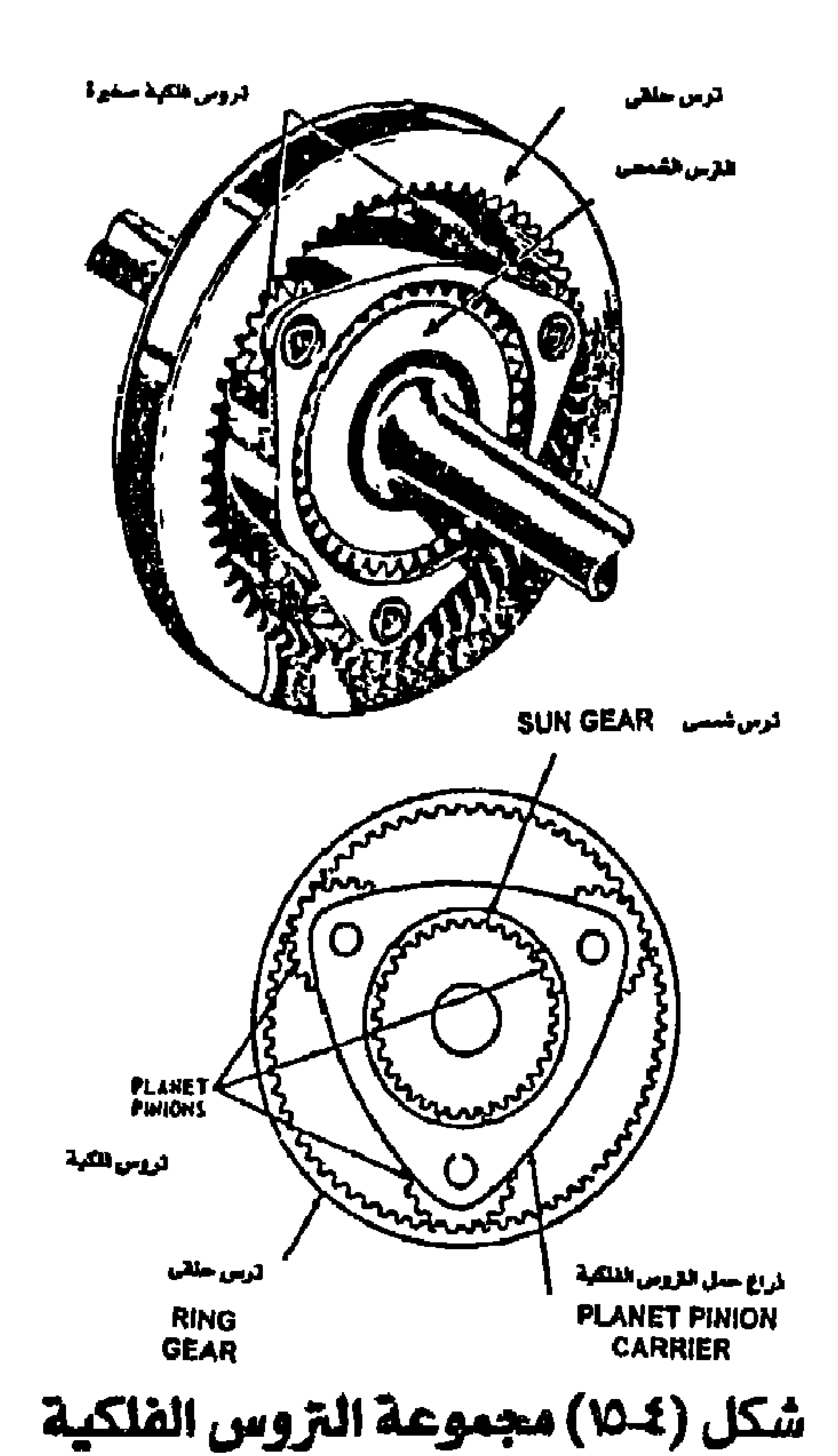
شكل (٤-١٢): تغيير السرعات بواسطة عصا صندوق التروس (الفيتيس)

ولا يمكن نقل التروس وتعشيقها بدون حدوث احتكاك أو تآكل إلا إذا تساوى تماماً السرعات المحيطة للتروس المنقولة والتروس المعشقة ويتوقف ذلك فى أى نوع من أنواع صناديق التروس على مهارة السائق وحساسيته، ولا يؤدى النقل غير السليم للتروس إلى حدوث الاحتكاك والتآكل بها فحسب، بل ويؤدى كذلك إلى تكسير الأسنان بمرور الوقت، وشطف الأسنان بالدرجة المطلوبة، يقوى كل من جانبها وسطح الملامسة اللازم لنقل القدرة ولذلك يتطلب الأمر توفير وسيلة معينة لتوجيه التروس عند نقلها، مما يؤدى إلى زيادة التكاليف، وهذه الحالة لا نستخدم إلا التروس المستقيمة والعادية.

مجموعة التروس الفلكية Planetary Gear

تعمل صناديق التروس العادية للمركبات بأعمدة متراصة إلى جانب بعضها البعض، حيث تستقر عليها تروس تتعاشق أزواج منها مع بعضها البعض، حيث تستقر عليها تروس تتعاشق أزواج منها مع بعضها البعض. أما فى صناديق التروس الفلكية، فإن التروس تدور حول بعضها. وتتصف هذه المجموعات بتصميمها القصير مع إرتفاع مقدرتها على التحميل.

تعتبر مجموعة التروس الفلكية من طرق نقل الحركة الميكانيكية ايضاً. تحتوى مجموعة التروس الفلكية شكل (٤-١٣) التى تستعمل فى بعض المركبات على ترس حلقى Ring Gear ويطلق عليه فى بعض الأحيان الترس الداخلى Internal gear (لوجود أسنان التروس فى محيطه الداخلى) وثلاثة تروس فلكية Planet gears مركبة على أعمدة صغيرة القطر Carrier موجودة فى قفص ، وترس رئيسى يعرف بالترس الشمسى Sun gear ويطلق إسم المجموعة الفلكية على مجموعة التروس هذه لما تقوم به التروس الصغيرة من الدوران حول محورها وحول الترس الشمسى فى نفس الوقت ، وذلك تماما كما يحدث للمجموعة الشمسية حيث تدور الكواكب حول نفسها وفى نفس الوقت تأخذ مسارها حول الشمس. وميزة استعمال هذا النوع من أجهزة نقل القدرة أنه يمكن أخذ سرعات وعزوم مختلفة فى القيمة وكذلك يمكن تغيير السرعات بدون توقف الجرار أثناء السير دون الحاجة إلى الوقوف تماما وتعتمد فكرة التروس الفلكية على إيقاف إحدى الأعضاء ونقل الحركة بين باقى المجموعات. ولحساب نسب التخفيض المختلفة ننظر ماذا يحدث إذا توقف عضو من أعضاء مجموعة التروس الفلكية فى أثناء دوران أحد الأعضاء الأخرى (الأعضاء الثلاثة لمجموعة التروس الفلكية هى الترس الحلقى قفص (الذراع) التروس الفلكية الصغيرة والترس الشمسى) ، ويبين جدول (٤-١) التوافيق المختلفة لأعضاء المجموعة الشمسية. ومن جدول (٤-١) يتضح أن هناك أوضاع تعطى زيادة فى السرعة والأوضاع تحدث تخفيض فى السرعة.



شكل (٤-١٥) مجموعة التروس الفلكية

جدول (٤-١) : الاوضاع المختلفة التى قد تكون عليها مجموعة التروس الفلكية إذا كان أحد اعضاء المجموعة ثابتاً ودار عضو آخر.

الوضع / الترس	1	2	3	4	5	6
الترس الحلقى Ring Gear	السرعة تدخل إليه Input	السرعة تخرج منه Output	ثابت	ثابت	السرعة تخرج منه Output	السرعة تدخل إليه Input
الذراع Carrier	السرعة تخرج منه Output	السرعة تدخل إليه Input	السرعة تدخل إليه Input	السرعة تخرج منه Output	ثابت	ثابت
الترس الشمسى Sun Gear	ثابت	ثابت	السرعة تخرج منه Output	السرعة تدخل إليه Input	السرعة تدخل إليه Input	ينقل الحركة
التغير فى السرعة	زيادة	تخفيض	تخفيض	زيادة	زيادة مع تغيير الاتجاة	تخفيض مع تغيير الاتجاة

أولاً: أوضاع زيادة السرعة

وتحدث حالة زيادة السرعة فى ثلاث حالات (الأوضاع ١،٤،٥ فى جدول١-٤).

فى الوضع رقم١

يدور قفص (ذراع) التروس الفلكية ويثبت الترس الشمسى. عندئذ تدور التروس الفلكية حول محورها وحول الترس الشمسى وبما أن التروس الفلكية معشقة بالترس الحلقى فإنها تتسبب فى دورانه بسرعة أعلى من سرعة دوران قفص التروس الفلكية، وتحدث زيادة فى السرعة المنقولة ويمكن تغيير النسبة بين قفص التروس الفلكية والترس الحلقى وذلك بتغيير أحجام التروس المختلفة.

فى الوضع رقم ٤

يكون الترس الحلقى ثابتا غير متحرك وقفص التروس الفلكية متحركا ، وفى هذه الحالة يجبر الترس الشمسى على الدوران بسرعة أكبر من سرعة دوران القفص وعندئذ تعمل المجموعة كجهاز زيادة السرعة فيدور العضو المنقول إليه الحركة (الترس الشمسى) بسرعة أعلى من سرعة دوران العضو الناقل للحركة (قفص التروس الفلكية).

فى الوضع رقم ٥

يمنع قفص التروس الفلكية عن الحركة ثم يدار الترس الحلقى ، وفى هذه الحالة تدور التروس الفلكية الصغيرة بدون نقل قدرة ، وبذلك تعمل على دوران الترس الشمسى فى إتجاه عكس إتجاه دوران الترس الحلقى ، وعليه تعمل هذه المجموعة كجهاز لعكس إتجاه الحركة ومع دوران الترس الشمسى بسرعة أعلى من سرعة الترس الحلقى.

ثانياً: أوضاع تخفيض السرعة

وتحدث حالة تخفيض السرعة فى ٣ حالات (الأوضاع ٢،٣،٦ جدول ١-٤)

فى الوضع رقم ٢

فى هذا الوضع يدور الترس الحلقى بينما الترس الشمسى فى حالة ثبات، ويدور قفص التروس الفلكية الصغيرة بسرعة أقل من سرعة دوران الترس الحلقى،

وفى هذه الحالة تعمل المجموعة كجهاز لتخفيض السرعة حيث أن العضو المنقول إليه الحركة (فص التروس الفلكية) يدور بسرعة أقل من سرعة دوران العضو الناقل للحركة (الترس الحلقى).

فى الوضع رقم ٣

يدور الترس الشمسى بينما الترس الحلقى فى حالة ثبوت وتكون التروس الفلكية دائرة على أعمدتها ويجب أن تدور على الترس الحلقى حيث أنها معشقة فيه، وعندما يحدث ذلك يدور قفص التروس الفلكية الصغيرة كذلك ، ولكن بسرعة أقل من سرعة دوران الترس الشمسى. وفى هذه الحالة تعمل المجموعة كجهاز لتخفيض السرعة ويدور العضو المنقول إليه الحركة (قفص التروس الفلكية) بسرعة أقل من سرعة العضو الناقل للحركة (الترس الشمسى).

الوضع رقم ٦

يتم إيقاف حركة قفص التروس الفلكية وإدارة الترس الشمسى فيدور نتيجة لذلك الترس الحلقى فى إتجاه عكسى ولكن بسرعة أقل من سرعة الترس الشمسى.

ثالثاً: الإدارة المباشرة

إذا ثبت عضوان من الأعضاء الثلاثة (الترس الشمسى ، الترس الحلقى ، وقفص التروس الفلكية) فإن المجموعة الفلكية تقفل جميعا . وبذلك يدور العمود الناقل للحركة بنفس سرعة دوران العمود المنقول إليه الحركة. اى أن نقل الحركة يتم بدون تغيير فى السرعة اى أن نسبة نقل الحركة تساوى ١:١ ومن جهة أخرى إذا لم يوقف اى عضو عن الحركة أو لم يربط عضوان معا فإن المجموعة لا تنقل اى قدرة مطلقا ويدور العمود الناقل للحركة بينما يبقى العمود الثانى ثابتا.

وهناك صناديق تروس تحتوى على أكثر من مجموعة فلكية او بمعنى آخر توليفة من الأوضاع السابق شرحها بغرض الحصول على أكثر من نسبة تخفيض. أو تركب وحدة واحدة مع صندوق التروس ذات التعشيق الإنزلاقى وذلك بغرض

إمكانية التعشيق اثناء سير الجرار ومضاعفة عدد السرعات. كما يوجد صندوق تروس يعرف بمجموعة التروس الفلكية المركبة، فى هذا النوع من صناديق التروس يحمل الذراع وحدتين من التروس الفلكية ذات احجام مختلفة، إحدى هذه الوحدات معشقة مع ترس شمسى وأخرى معشقة مع الترس الحلقى المجاور للترس الشمسى.

ثانياً: نقل السرعات أوتوماتيكى Automatic transmission system

وفى هذا النظام لا يوجد دبرياج clutch وبالتالى لاتوجد دواسة دبرياج كما هو فى النقل اليدوى. على ذلك فإن توصيل القدرة (الحركة) من المحرك إلى صندوق السرعات أو فصلها عنه يتم أوتوماتيكيا بواسطة وصلة هيدروليكية Hydraulic clutch او محول عزوم Torque converter ويقوم صندوق السرعات باختيار السرعات أيضا بطريقة اوتوماتيكية، وذلك حسب الحمل load الواقع على المحرك، ألا أن السائق ليس له دخل فى عملية نقل السرعات، فقط على السائق تحريك عصا الفيتيس إلى الأمام ثم تنتقل السرعات أوتوماتيكيا من السرعة الأولى إلى الثانية وهكذا أو يحركها إلى الخلف للحصول على السرعة الخلفية وهناك وضع التعادل ووضع الانتظار Parking الذى يستخدم لمنع الحركة أثناء الانتظار.

الوصلة الهيدروليكية Hydraulic Clutch

رغم عدم وجود دبرياج فى النقل الأوتوماتيكى، فإنه مازالت هناك حاجة إلى وسيلة لفصل الحركة القادمة من المحرك إلى صندوق التروس، وتوصيلها عند بدء تحرك السيارة. تتم هذه العملية هيدروليكيا بواسطة ما يسمى بالوصلة الهيدروليكية Hydraulic Clutch. إلى جانب هذا تعمل الوصلة الهيدروليكية بثقلها كحدافة Flywheel بديلاً عن الدبرياج العادى، ولها القدرة أيضا على توصيل حركة عمود الكرنك بنفس سرعته تقريباً إلى صندوق التروس.

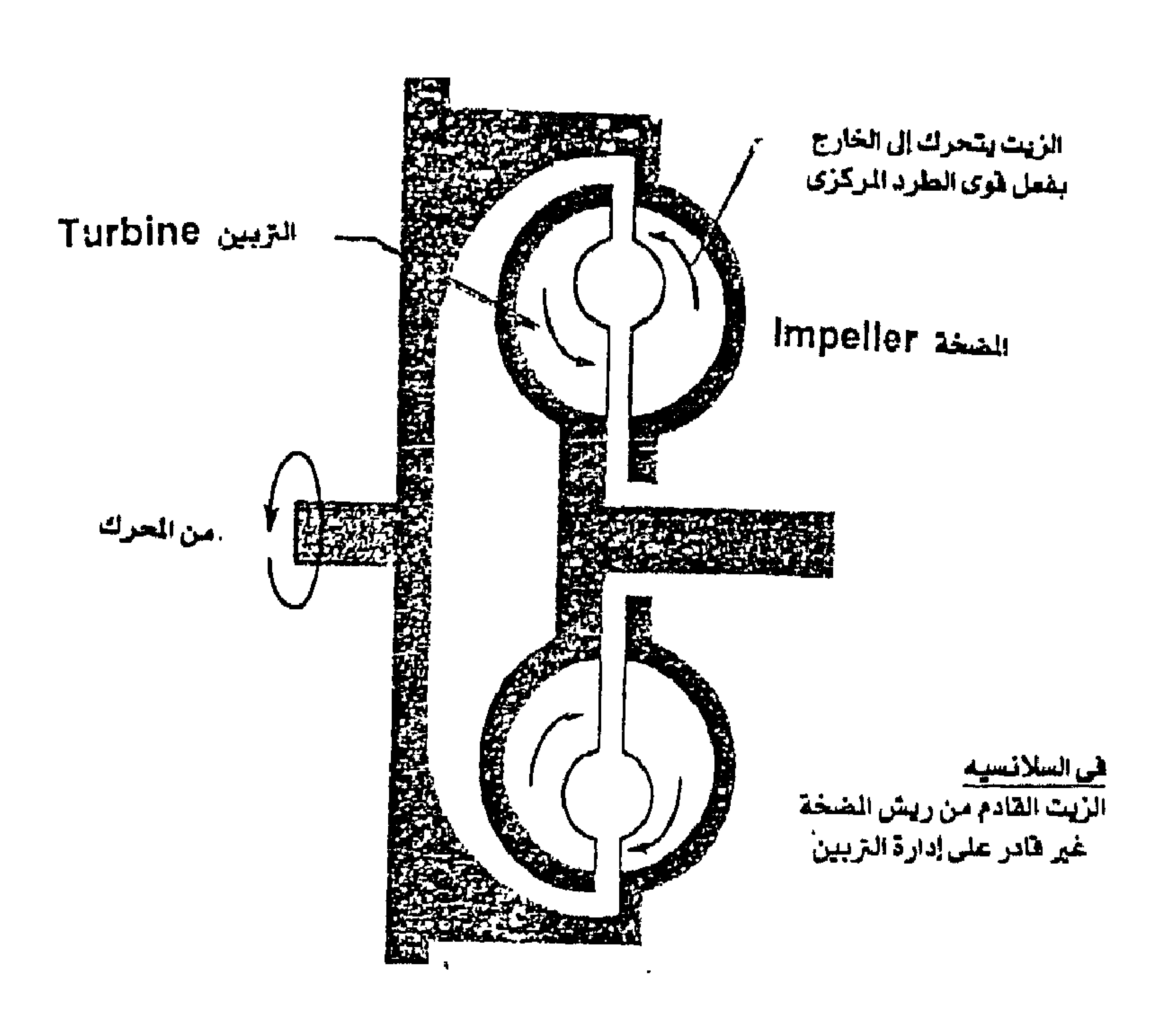
تتكون الوصلة الهيدروليكية Hydraulic Clutch بصفة أساسية من عضو دوار يحتوى على ريش Vanes يسمى المضخة (pump) Impeller وهو

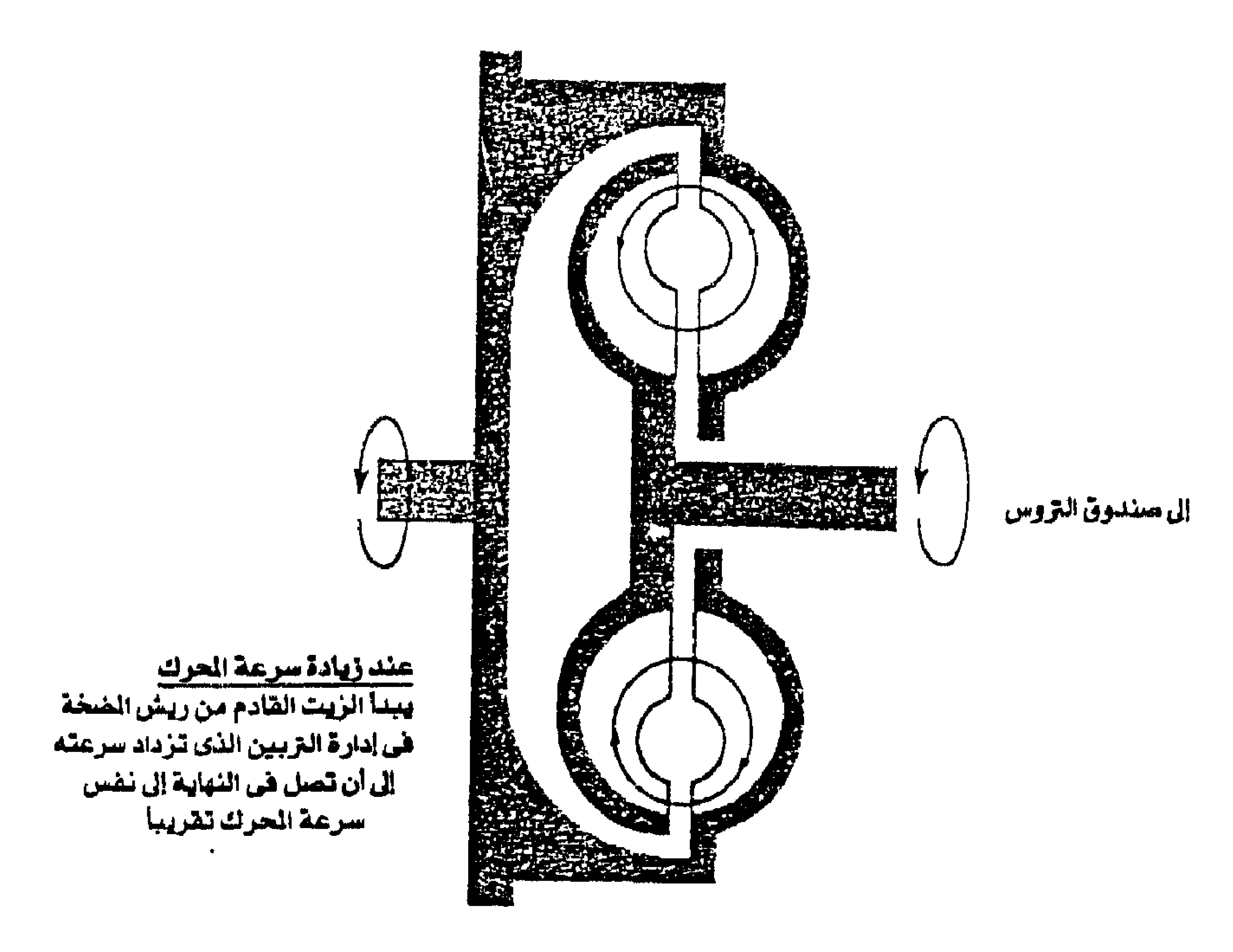
متصل بعمود الكرنك، وعضو دار آخر يحتوى على ريش أيضاً ويسمى تربين Turbine وهو متصل بعمود الدخول على صندوق السرعات الأوتوماتيكى Automatic transmission كما هو موضح فى شكل (٤-١٦).

تكون كل من ريش المضخة والتربين مغمورة بزيت خاص يختلف عن زيت المحرك. عندما يدور المحرك تدور معه ريش المضخة pump فيندفع الزيت الموجود بين ريشها بفعل قوى الطرد المركزية إلى ريش التربين Turbine . عندما يكون المحرك دائراً على سرعة التباطؤ، فإن القوة المؤثرة على ريش التربين من جراء هذا الزيت المندفع تكون غير قادرة على إدارته، ولكن مع زيادة سرعة المحرك تزيد قوة اندفاع الزيت المتدفق من ريش المضخة حيث يضرب ريش التربين بقوة أكبر فيبدأ فى الدوران وتزداد سرعته مع زيادة سرعة المحرك. وحيث أن التربين مثبت على مراود فى عمود الدخول لصندوق التروس الأوتوماتيكى، فإن الحركة تنتقل إليه بنفس السرعة تقريباً، مع وجود انزلاق فى حدود ٢٪.

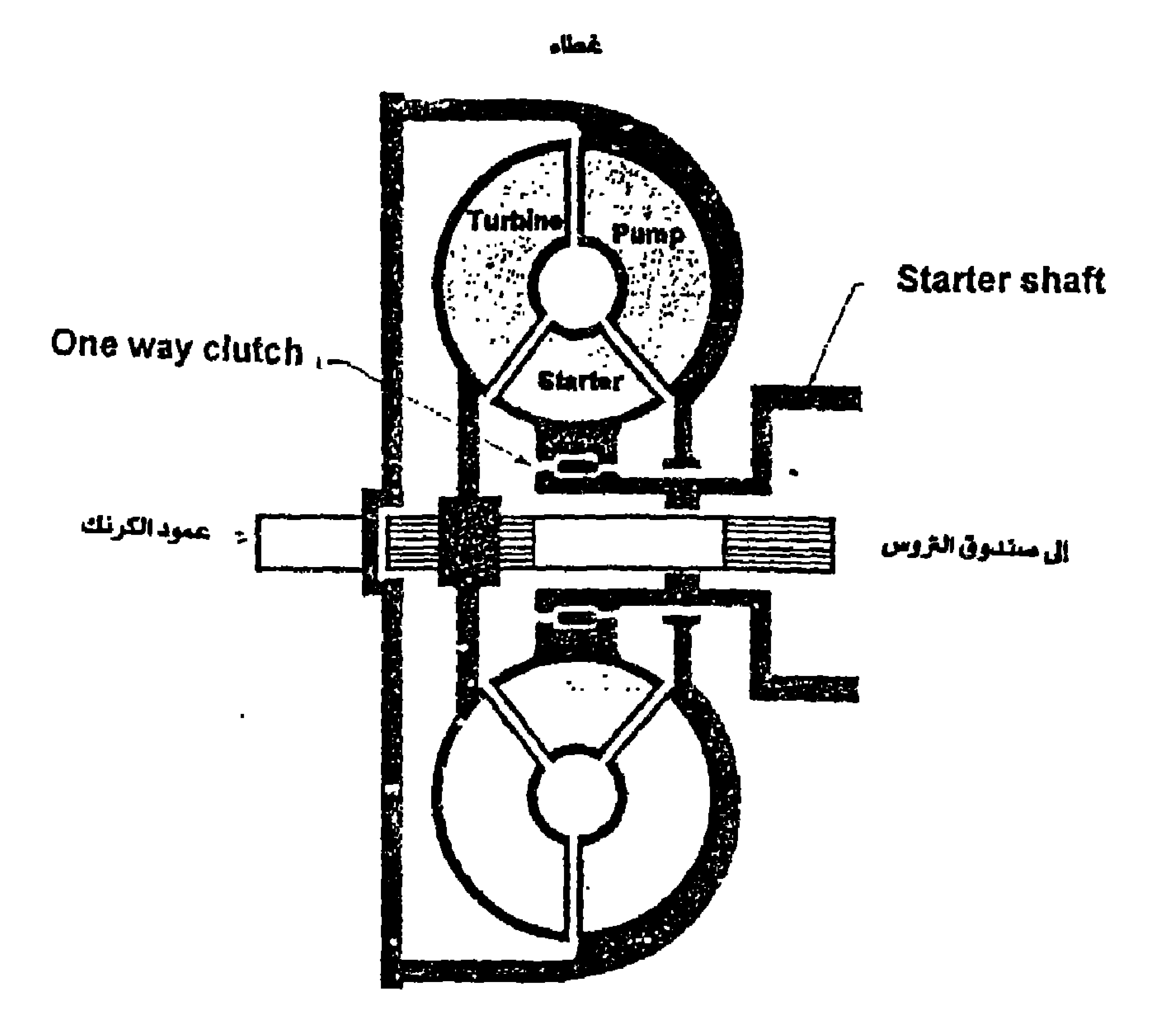
محول العزم Torque Converter

يختلف محول العزم Torque Converter فى الأداء عن الوصلة الهيدروليكية Hydraulic clutch، فهو يضاعف العزم المنقول فى السرعات المنخفضة. وذلك بسبب وجود عضو ثابت Starter ذات ريش يسمى المفاعل Reactor بين ريش المضخة والتربين، كما يوضح شكل (٤-١٧). تعيد ريش العضو الثابت توجيه الزيت الخارج من ريش المضخة ليدخل إلى ريش التربين بزاوية مناسبة وقوة كبيرة لزيادة رد الفعل بين العضوين، أى مضاعفة العزم المنقول إلى الضعف فى كثير من الأحيان فى السرعات العالية. وعندما تقترب سرعة التربين من سرعة المضخة، يبدأ الزيت فى تغيير اتجاهه وضرب ريش المفاعل Reactor من الخلف. وهذه القوة العكسية تحرره فيبدأ فى الدوران إلى أن يصل إلى سرعة التربين والعضو الدوار. بهذه الطريقة يتضاءل تأثير المفاعل ويتلاشى العزم المنقول إلى التربين مع زيادة سرعة المحرك.





شكل (٤-١٦): الوصلة الهيدروليكية



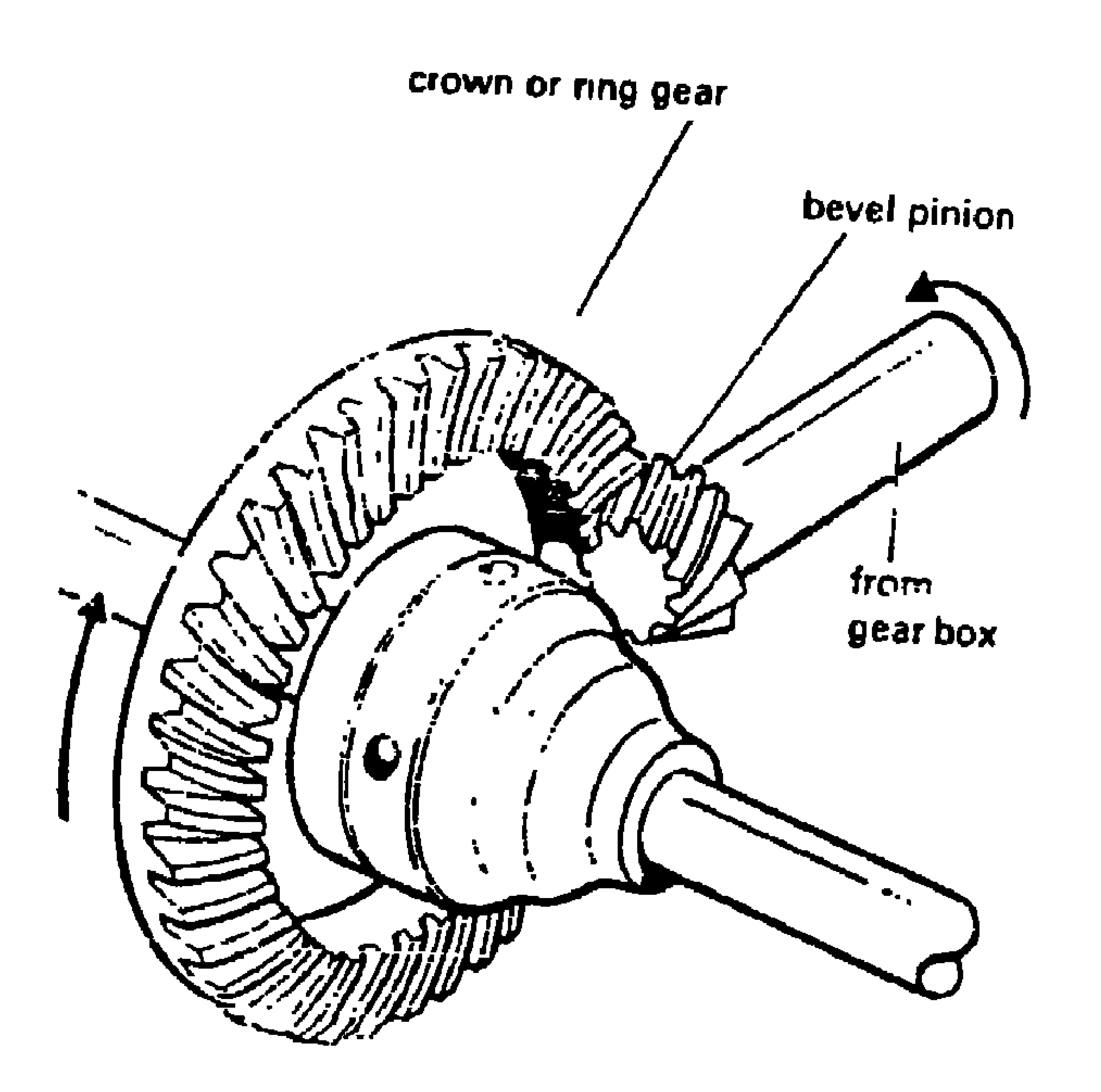
شكل (٤-١٧): رسم توضيحى لمحول العزم

حيث أنه يوجد انزلاق دائماً بين التربين والمضخة، فإن سرعة التربين Turbine لا يمكن عملياً أن تصل إلى سرعة المضخة Pump، وهذا بالفعل يعتبر فقداً فى الطاقة. لهذا السبب تم تزويد محول العزوم بدبرياج Clutch يعمل بطريقة ميكانيكية (الطرد المركزى) أو هيدروليكية (بضغط الزيت)، الهدف منه هو تعشيق التربين بالمضخة عندما تقترب سرعتيهما إلى نقطة محددة. فى هذه الحالة يدور محول العزوم كوحدة واحدة مثل الدبرياج العادى فى وضع التعشيق.

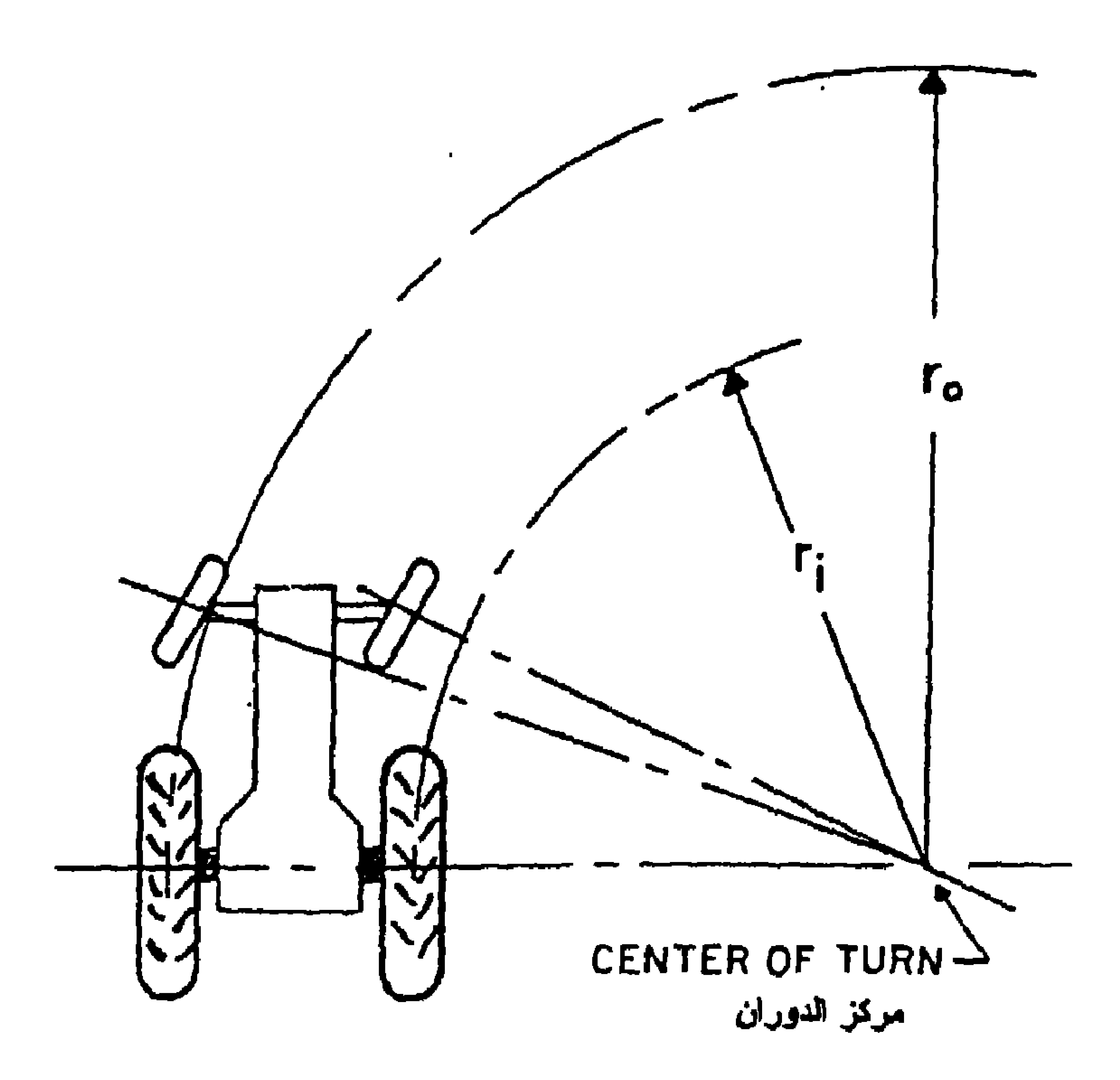
جهاز النقل العمودى والفرقى (الكورونة) Differential

تنتقل الحركة من صندوق السرعات خلال عمود النقل الرئيسى، وهذا العمود يقع على محور الجرار، وتنتقل منه إلى عمود العجلتين المتعامدتين معه بواسطة جهاز النقل العمودى والفرقى. وفى بعض الأحيان يطلق على الجهاز الفرقى

بجهازى النقل العمودى والفرقى وذلك باعتبار أن يحتوى على جهاز النقل العمودى وجهاز النقل الفرقى. ويوضح شكل (٤-١٨) جهاز النقل العمودى والفرقى. حيث تمثل مجموعة التروس التى تنقل حركة دوران العمود الخارج من صندوق التروس (عمود الحركة الرئيسى) إلى اتجاه عمود عليها بجهاز النقل العمودى وهو عبارة عن ترسين ترس مخروطى صغير مثبت على العمود الخارج من صندوق السرعات ويعرف بترس البنيون Pinion يكون معشق بشكل دائم مع ترس مخروطى كبير يعرف بالترس التاجى Crown وهو مثبت فى هيكل الكورونة ويعمل الترسين على تغيير اتجاه الحركة إلى اتجاه عمودى وبالإضافة لاعطاء نسبة تخفيض تتراواح ما بين ٤ : ١ إلى ٦:١ . أما جهاز النقل الفرقى فهو عبارة عن مجموعة التروس المخروطية متصلة مع بعضها أتصالاً خاصاً، وتستمد حركتها من ترس التاج، ووظيفتها السماح لأحدى العجلتين للدوران بسرعة تختلف عن سرعة العجلة الأخرى عند سير الجرار فى المنحنيات، أو عند وجود مرتفعات ومنخفضات فى الطريق. حيث أن أثناء سير الجرار فى اتجاه منحنى تكون المسافة التى يقطعها العجل الخارجى أطول من تلك التى يقطعها العجل الداخلى كما هوموضح فى شكل (٤-١٩) ولهذا السبب استعملت التروس الفرقية لتوصيل الحركة إلى العجل الخلفى، والسماح لها باختلاف السرعة.



شكل (٤-١٨): جهاز النقل العمودى والفرقى



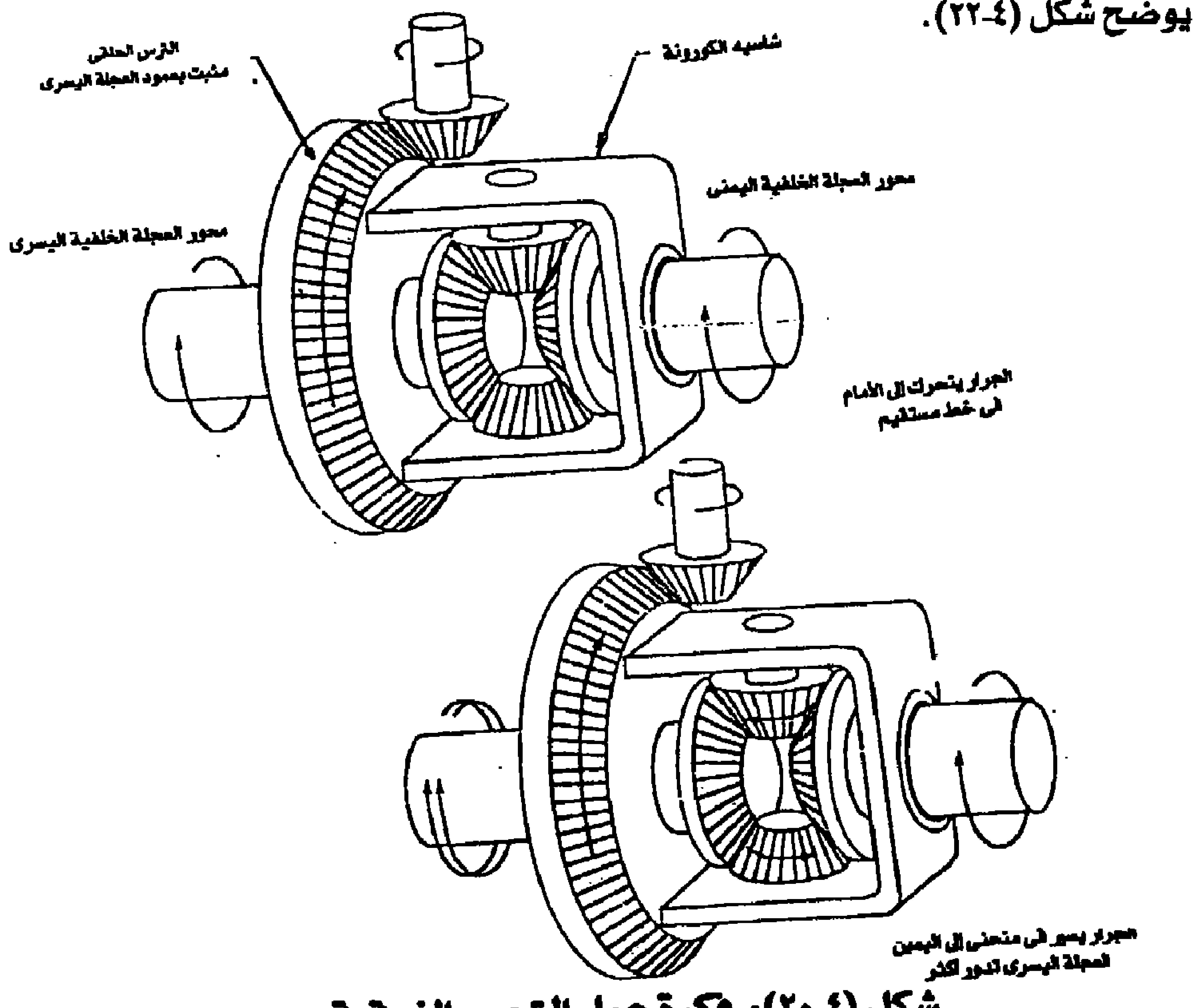
شكل (٤-١٩) سير الجرار فى منحنى

وتعتمد فكرة التروس الفرقية Differential gear على انه يوجد ترس مخروطى Bevel gear فى نهاية محور كل عجلة يسمى ترس جانبى Side gear هذه التروس معشقة بترسين صغيرين Bevel pinions متماثلين وحرين الحركة. فى حالة دوران محورى العجلتين بنفس السرعة، ينعدم دوران الترسين الصغيرين حول محوريهما ولكن المجموعة كلها تدور كأنهما جزء من محور العجلات كما هو موضح بشكل (٤-٢٠أ)، عندما يدور أحد محورى العجلات اسرع من الآخر يبدأ هذين الترسين فى الدوران حول محوريهما كل فى اتجاه عكس الآخر كما هو موضح بالشكل (٤-٢٠ ب)، هذا إلى جانب حركتهما حول محور العجلات، تثبت مجموعة التروس الفرقية الأربعة فى الترس التاج عن محاور الترسين الصغيرين.

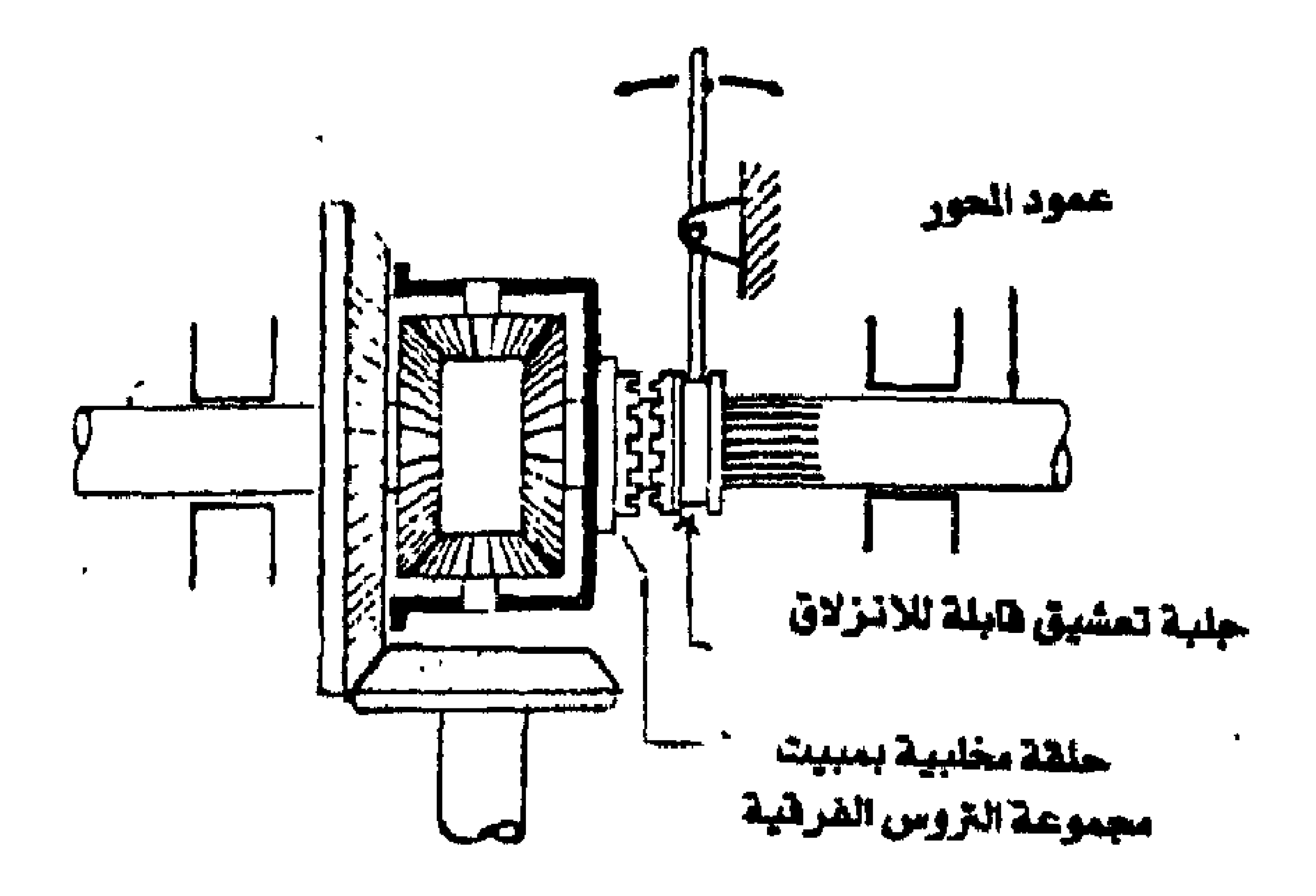
ويوجد فى بعض الجرارات رافعة لإيقاف عمل التروس الفرقية تعرف عصا قفل الجهاز الفرقى (فتيس الغرس) Differential Lock كما هو واضح فى شكل (٤-٢١) تستخدم فقط اثناء غرز احدى عجلتى الجرار فى أرض موحلة او غير متماسكة مما يؤدى إلى انزلاقها كذلك فى حالة قيام الجرار بشد آلة ذات شبك منحرف او سير الجرار على جوانب التلال. وهذه الرافعة تلغى عمل الجهاز الفرقى وتمكن من توزيع القدرة على العجلتين بالتساوى. ومن مميزات استخدام رافعة إيقاف الجهاز الفرقى ما يلى:

- تحسين الشد على عمود الجر عند اختلاف ظروف العمل تحت عجلتى الجرار.
- تسهيل الزراعة فى خطوط مستقيمة.
- تقليل الشغل المبذول فى التحكم فى عجلة القيادة وخصوصا فى عمليات العزيق.
- تقليل القوى الجانبية الناتجة عن استخدامات آلات معينة.

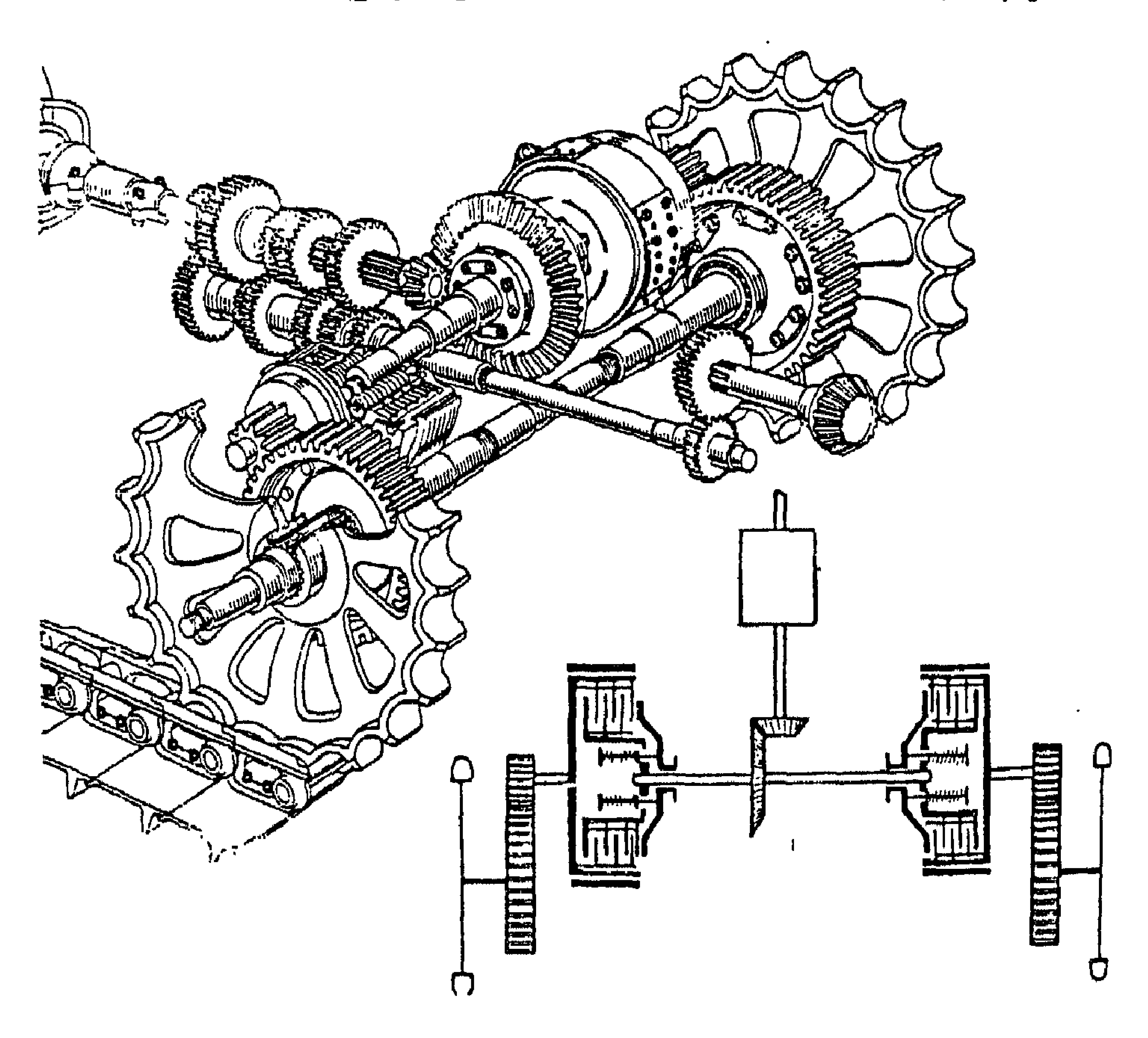
ولا يحتوى جهاز النقل فى الجرارات ذات الكتينة على جهاز النقل الفرقى. كما يوضح شكل (٤-٢٢).



شكل (٤-٢٠): فكرة عمل التروس الفرقية



شكل (٤-٢١): عصا قفل الجهاز الفرقى (فتيس الغرس) Differential Lock



شكل (٤-٢٢): جهاز النقل فى الجرارات ذات الكتينة

جهاز النقل النهائى Final Drive

ونظراً لاستخدام الجرار اساساً فى عمليات الجر والأعمال الثقيلة فإن عنصر السرعة أقل أهمية من عنصر القوة. ومن هنا يأتى الاهتمام بضرورة تخفيض السرعة قبل وصولها إلى عجلات الجرار للحصول على أكبر عزم عند العجلات. وجهاز النقل النهائى هو الوسيلة التى تنتقل بها القدرة من العمودين النصفين إلى عجلتى الجرار الخلفيتين أو الكتينتين. ويعتبر جهاز النقل النهائى كذلك وسيلة تخفيض لنقل الحركة بعد صندوق التروس والجهاز الفرقى. وتختلف هذه الوسيلة تبعاً لنوع الجرار من حيث تزويده أما بعجل أو بكتينة. وتتراوح نسبة التخفيض فى جهاز النقل النهائى من ١:٤ إلى ١:٧ وفى هذه الحالة يمكن الحصول على هذه النسبة فى خطوة واحدة ويطلق على المحور فى هذه الحالة أنه "فردى التخفيض" أما إذا كان التخفيض فى السرعة كبير كما هو فى بعض الجرارات حيث يصل إلى ١:١٠ فأنه يتم الحصول على التخفيض عادة على خطوتين او اكثر فيكون التخفيض "مزدوجا أو ثلاثياً" ، هناك ثلاث أنواع لجهاز النقل النهائى المستخدمين فى الجرارات الزراعية.

أـ بواسطة ترسين مهمازين:

ويكون الترسين متصلين مباشرة مع بعضهما، احدهما صغير يتصل بالعمود النصفى والآخر كبير يتصل بعمود العجلة الخلفية. ويلاحظ ان الترسين دائمى الاتصال أحداهما أصغر من الآخر لأعطاء نسبة تخفيض، وهذا النوع الشائع الاستخدام فى الجرارات القديمة .وهناك نوعين منهم الفرق بينهما يتمثل فى وضعهم؛ ويمكن توضيحهم على النحو التالى؛

النوع الأول: يقع داخل وحدة التروس الفرقية (الكورونة) ويتميز النوع الأول بما يلى:

- كل التروس داخل الكورونة وبالتالى فيتم تزيتهما معاً.
- وجود جهاز النقل النهائى داخل الكورونة الجهاز الفرقى يتيح استقامة للمحورين وبالتالى تغير المسافة بين العجل الخلفى.

اما النوع الثانى: (شكل ٤-٢٣) فيقع فى نهاية كل عمود نصفى. ويتميز النوع الثانى بأن يكون الخلوص كبير وجود تروس الجهاز فى صندوق مستقل.

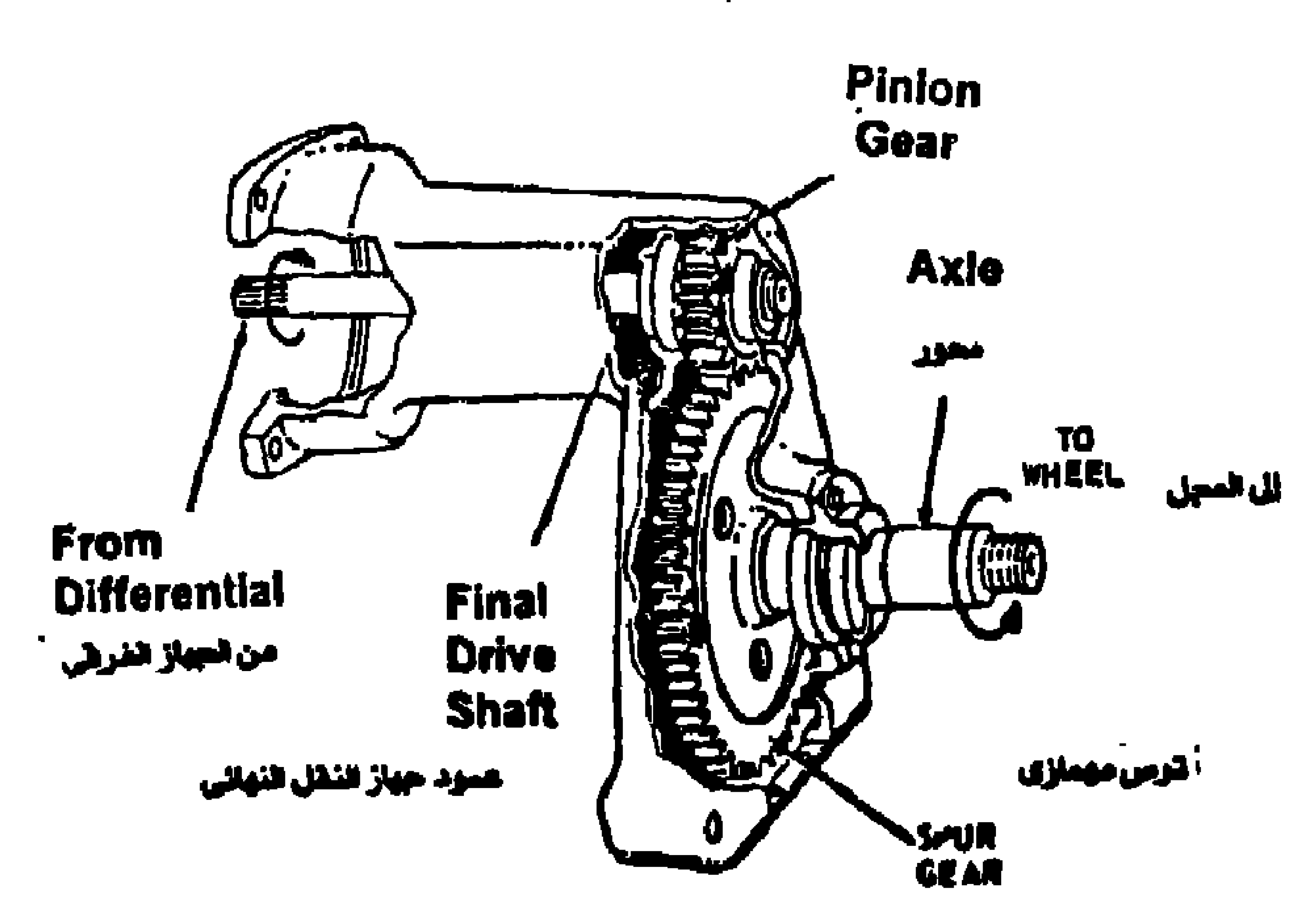
ب- مجموعة التروس الفلكية كجهاز نقل نهائى Planetary

يمكن استخدام مجموعة التروس الفلكية فى جهاز النقل النهائى وتوضع مجموعة التروس بجوار العجل الخلفى، وفى هذه الحالة يكون الترس الحلقى ثابت وتدخل السرعة من الترس الشمسى وتخرج السرعة من الذراع وبالتالى يحدث انخفاض فى السرعة كما أوضحنا من قبل.

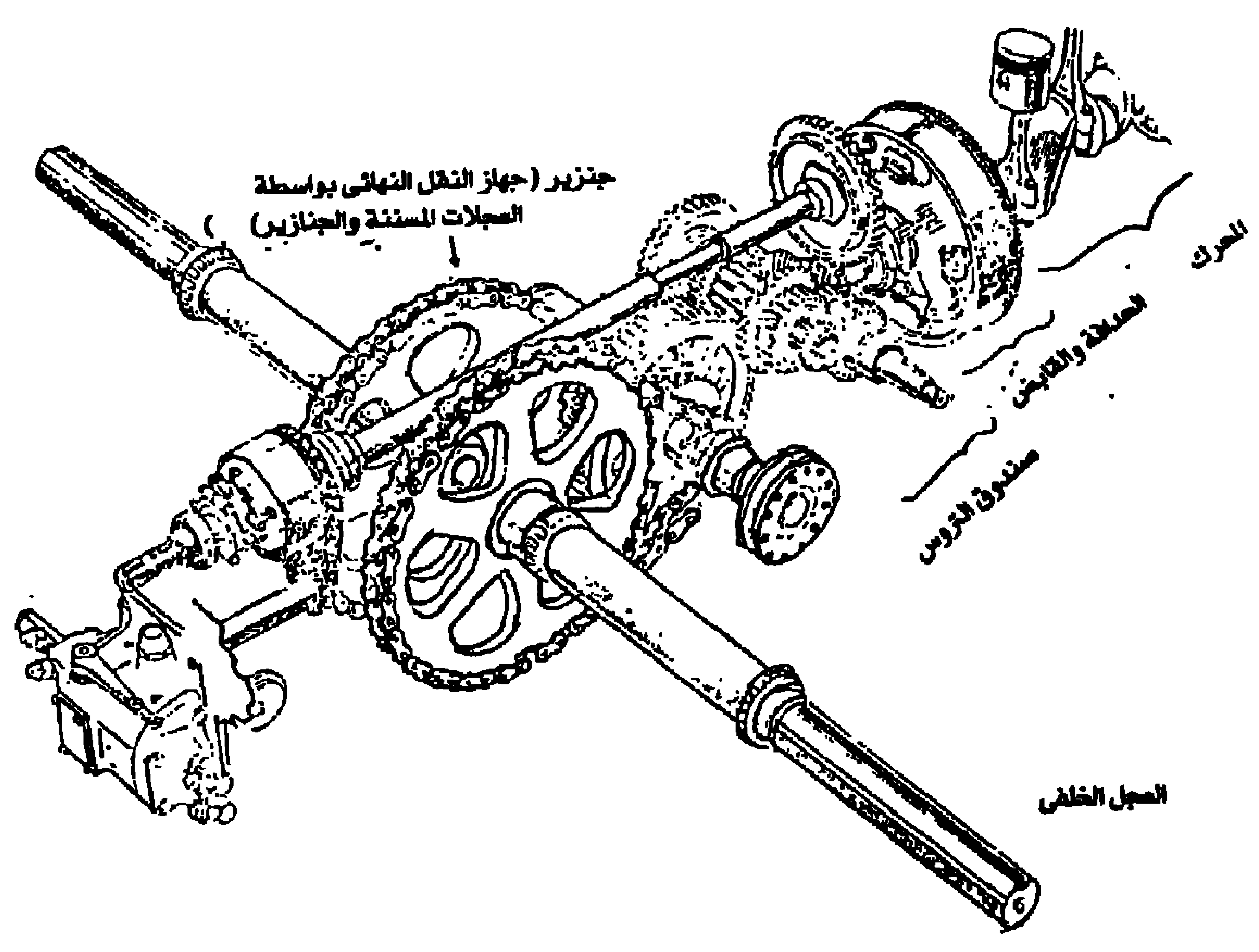
جـ- جهاز النقل النهائى ذو "الجنزير"

وهى عبارة عن عجلتين مسننتين يصل بينهما سلسلة (جنزير) كما يوضح شكل (٤-٢٤) ليتيح أن يكون الخلوص للجرار كبير خصوصاً فى جرار خدمة المحاصيل. ولكن أحد عيوب هذا النوع أن يحدث تآكل فى الجنزير ويمكن أن يقل هذا التآكل بوضع السلسلة فى حوض الزيت.

أما فى الجرارات ذات الكتينة فتاتى الحركة مباشرة من جهاز النقل العمودى إلى المحور الخلفى وبذلك فلا يحتوى على وحدة تروس فلكية كما أوضحنا من قبل، وتصل الحركة إلى جهاز النقل النهائى أو تعزل عنه عن طريق قابضان يستخدما فى عملية التوجيه أيضاً.



شكل (٤-٢٣): جهاز النقل النهائى يقع فى نهاية كل عمود نصفى



شكل (٤-٢٤): جهاز النقل النهائى ذو "الجنزير"

فى الجرارات رباعية الدفع (4 x 4) يحتوى الجرار ذات الجر الرباعى على كورونة أمامية أضافية لإدارة محور العجلات الأمامية ويتم تعشيق الكورونة الأمامية بناءاً على رغبة السائق بواسطة تحريك ذراع معين. ويعمل الجر الرباعى بواسطة صندوق تروس صغير يسمى صندوق تروس الجر الرباعى Transfer gear box يأخذ الحركة من صندوق التروس الرئيسى ويخرج منه عمود لإدارة العجلات الخلفية وآخر لإدارة العجلات الأمامية ويتم توصيل القدرة إلى المحور العجل الأمامى بواسطة عمود مفصلى يعرف بعمود الكردان Drive shaft ووظيفته نقل العزم من صندوق التروس إلى هذا المحور ويجب أن يصمم هذا العمود بحيث يسمح بتغيرات طولية وأيضاً فى الزواية. ويصنع العمود من أنبوبة فولاذية مسحوبة وتلحم عند إحدى طرفيها بوصلة مفصلية أو شفة لوصلة مفصلية (صليبية) والجزء الثانى من العمود وهو عبارة عن وصلة منزلقة التى تلحم مع

الوصلة المفصلية الثانية أو شفتها. ويتعرض العمود المفصلى أساساً إلى جهد ثنى (لى) ناشئ عن عزم الدوران كما يتعرض لقوى مفاجئة بسبب تغيير الحمل وبسبب عمليات التعشيق. ولتجنب حدوث أهتزازات يجب أن يكون العمود المفصلى أكبر ما يمكن، وقد يؤدى عدم توازن العمود المفصلى إلى حدوث إهتزاز بالجرار بأكمله أو تلف تدريجى لكراسى أعمدة صندوق التروس والمحور الأمامى.

نسبة التخفيض الكلية

وتتراوح نسبة التخفيض الكلية R فى الجرارات من ٢٥ إلى ٥٠ ومعنى نسبة التخفيض الكلية ٢٥ أنه كلما دار عمود المرفق ٢٥ لفة فإن العجلة الخلفية تدور لفة واحدة. بينما فى السيارات تجد نسبة التخفيض الكلية تتراوح من ١٤ إلى ١٧. لذلك فإنه إذا حاولنا بدء حركة السيارة مباشرة على السرعات العالية (الثالثة مثلاً) فإنه يحدث ارتجاج شديد واجهاد للجرار أو قد يقف المحرك فجأة. لذلك وجب التدرج فى زيادة سرعتها من الأولى فى بدء حركتها إلى الثانية ثم إلى السرعة الثالثة. وهكذا بمعنى آخر فإن العمل الرئيسى للسرعات المنخفضة والمتوسطة فى السيارات هى التدرج بسرعة السيارة وليس بتعجيلها فجاة. بينما فى الجرارات فإن نسبة التخفيض السرعة من المحرك إلى المحور الخلفى كبيرة ويسير الجرار بسرعة منخفضة إذا قورن بالسيارة عند سرعتها الثالثة. ولذلك فإنه يمكن بدء الجرار على السرعات العالية بدون أن يسير تدريجياً من الأولى فالثانية وهكذا كما فى السيارة. وتصنع تروس صندوق السرعات فى الجرارات بحيث يمكن أن تعمل على السرعات البطيئة والاحمال الثقيلة باستمرار، ما عدا حالة السير على الطرق الزراعية. أما صندوق التروس فى السيارة فلا ينصح أن يعمل فترة طويلة على السرعات المنخفضة وقوة الشد الكبيرة.

وتختلف هذه النسبة باختلاف السرعة المختارة من صندوق التروس حيث:

$$R = \frac{N_e}{N_w} = R_g \times R_d \times R_f$$

حيث:

N_e = سرعة دوران المحرك (لفة/دقيقة)

N_w = سرعة دوران العجل (لفة/دقيقة)

R = نسبة التخفيض الكلية

R_g = نسبة التخفيض فى صندوق التروس وهى نسبة متغيرة وهى تساوى النسبة بين سرعة دوران المحرك N_e والسرعة الخارجة من صندوق التروس N_t

$$R_g = \frac{N_e}{N_t}$$

R_d = نسبة التخفيض فى جهاز النقل العمودى وهى نسبة ثابتة وتساوى النسبة بين السرعة الخارجة من صندوق التروس N_t (سرعة ترس البنيون) إلى السرعة الخارجة من جهاز النقل العمودى N_d (سرعة الترس التاجى)

$$R_d = \frac{N_t}{N_d}$$

R_f = نسبة التخفيض فى جهاز النقل النهائى وهى نسبة ثابتة وتساوى النسبة بين السرعة الخارجة من جهاز النقل الفرقى N_d إلى السرعة الخارجة من جهاز النقل النهائى N_f

$$R_f = \frac{N_d}{N_w}$$

ويلاحظ أن:

$$N_d = \frac{N_{d'} + N_{d''}}{2}$$

حيث $N_{d'}$ هى سرعة دوران احدى العمودين النصفين إذا سار الجرار فى منحنى على نفس نسبة التخفيض

$N_{d''}$ هى سرعة دوران العمود النصف الآخر

جهاز تلامس الجرار مع الأرض

تنتقل الحركة من محرك الجرار الى القابض ، ثم الى صندوق التروس فالجهاز الفرقى فجهاز النقل النهائى ، ويقوم الأخير بتوصيلها الى العجل أو الكتينة، وهذه تعتبر اخر مرحلة من مرحلة نقل الحركة . والمقصود بجهاز التلامس الجرار مجموعة أجزاء الجرار التى تتلامس مع سطح التربة والتى بواسطتها يتركز الجرار على الأرض، ويتحرك عندما تصل قدرة محرك الجرار الى هذا الجهاز. ونظراً لاتصالها مع الأرض لذلك سميت بجهاز تلامس الجرار مع الأرض. وأنواع أجهزة التلامس مع الأرض هى العجل والكتينة.

عجل الجرار wheel

تتكون العجلة من قرص العجلة Wheel disk وطوق العجلة (الجانط) (Wheel rim) الذى يستخدم بتثبيت الإطار الكاوتش Tireحوله.

١- قرص العجل Wheel disk :

يستخدم فى الجرارت النوع القرصى وهو عبارة عن قرص من الفولاذ أو من معدن خفيف يشكل بالكبس ويتم لحمه مع طوق العجل. ويأخذ القرص عادة شكل الطبق ويحتوى على نتوآت لزيادة تقوية الجسم ويزود القرص بثقوب لتهوية وحدة الفرامل وتتميز العجلة القرصية بخفة وزنها وثباتها كما يمكن تنظيفها بسهولة ويوجد بجسم العجلة فتحات تسمح بتركيب المسامير الموجودة لتثبيت قرص المحور فى الجرار مع جسم العجل .

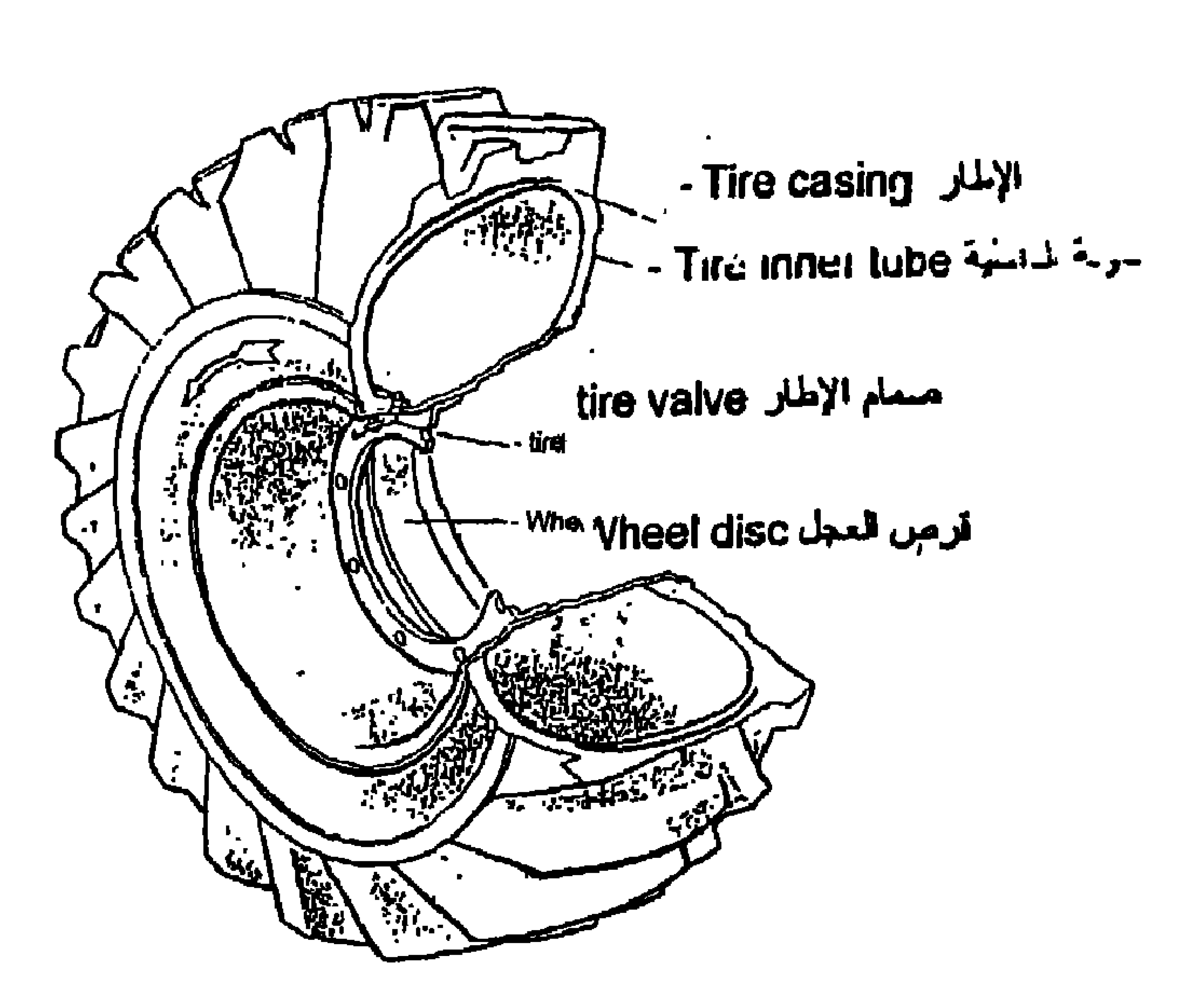
٢- طوق العجلة (الجانط) Wheel rim:

يركب طوق العجلة على محيط جسم العجلة ويستخدم بتثبيت الإطار Tire وتصنع أطواق العجل من الفولاذ أو من سبائك المعدن. وهناك مواصفة قياسية لقرص عجل الجرارات والصادرة الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين، وتقسم المواصفة الأقراص الى أربعة مجموعات طبقا لعدد المسامير المثبت بها القرص، كما توضح أبعاد القرص والجانط وكذلك أقصى حمل على العجل .

٣- الإطار الكاوتش Tire

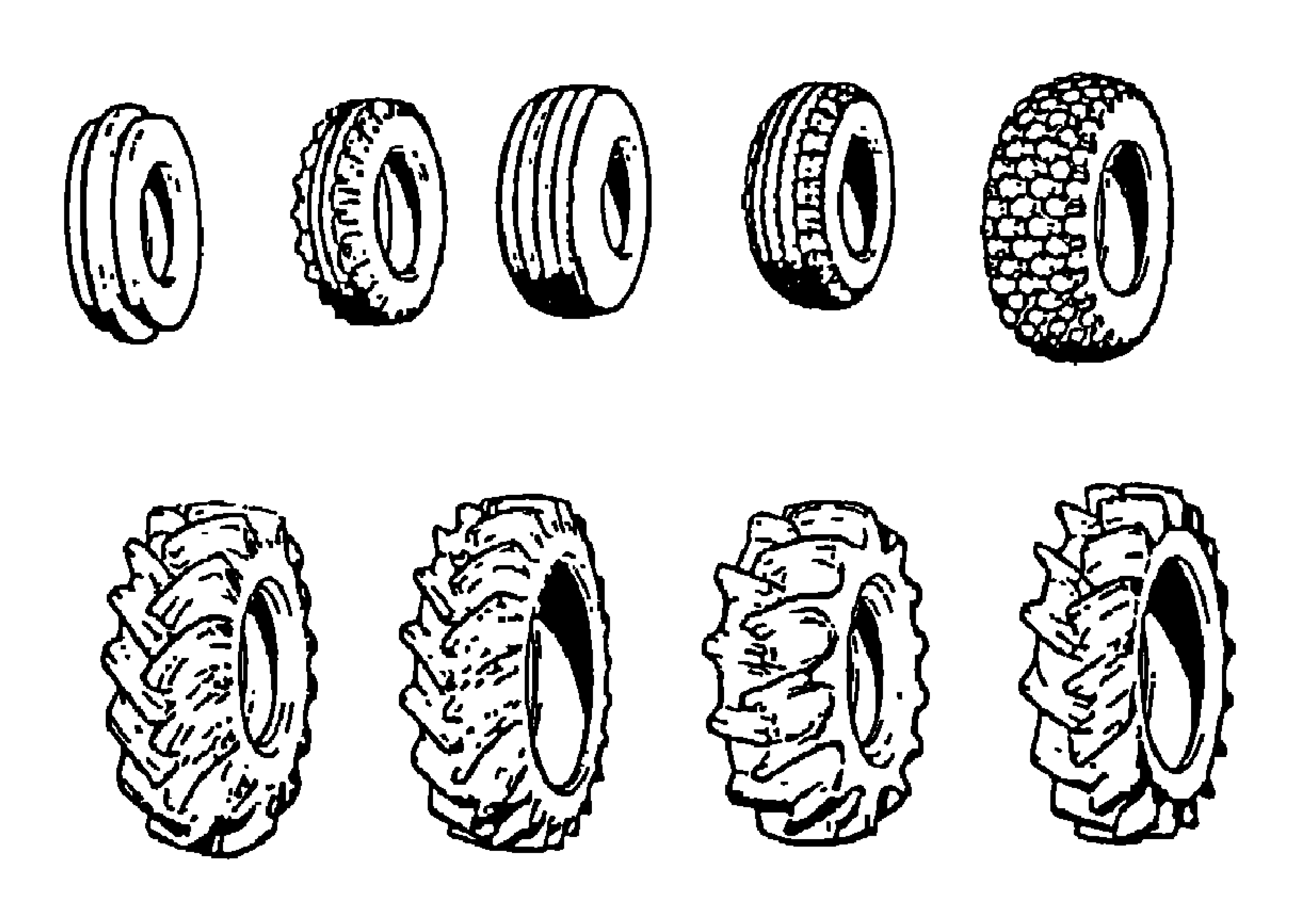
يوضح شكل (٤-٢٥) قطاعاً لإطار خلفى للجرار. يوضح فى تركيب الاطار Tire Construction ويتكون الإطار من الحلية المحدبة وهى عبارة عن حزمة من أسلاك الصلب والتى تتلف ويربط حولها طبقات جسم الإطار من المطاط الذى يغطى حزمة الأسلاك ويثبت الإطار فى حافة الإطار المعدنى (طوق العجل Rim).

يتكون جسم الإطار من طبقات Plies من القماش أو الحبال المطمورة فى المطاط. على أن تكون هذه الطبقات على درجة عالية من المتانة للتحمل وتحافظ على ضغط الهواء الموجود داخل الإطار، وبالتالى فإنها تتحمل الأثقال وتمتص الصدمات. وفى الماضى كانت طبقات الإطارات تصنع من القطن أما الآن فمعظمها من الألياف الصناعية مثل (النايلون والبوليستر) وتفصل كل طبقة عن الأخرى بمطاط مرن.



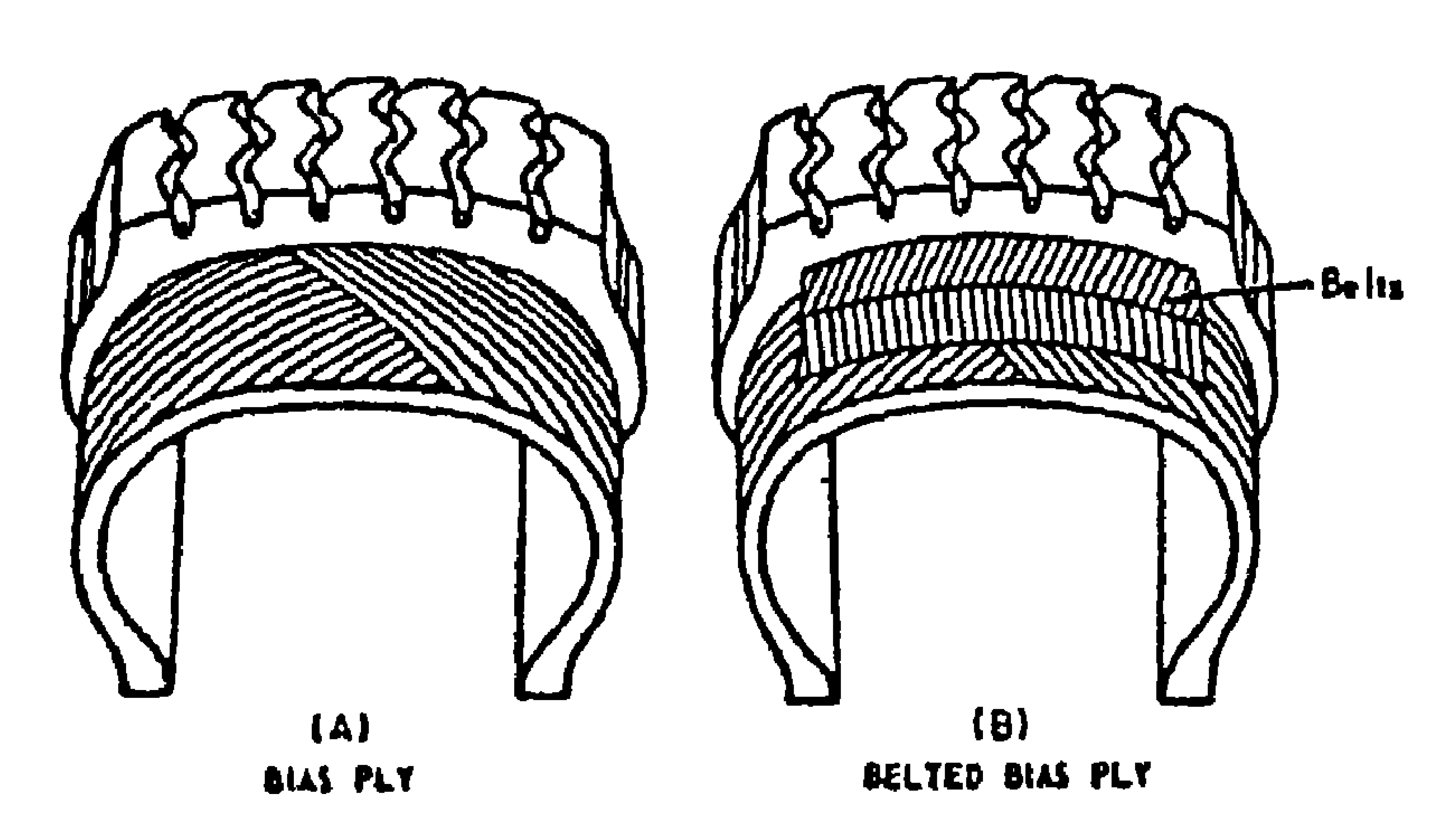
شكل (٤-٢٥) : قطاع لأطار خلفى للجرار

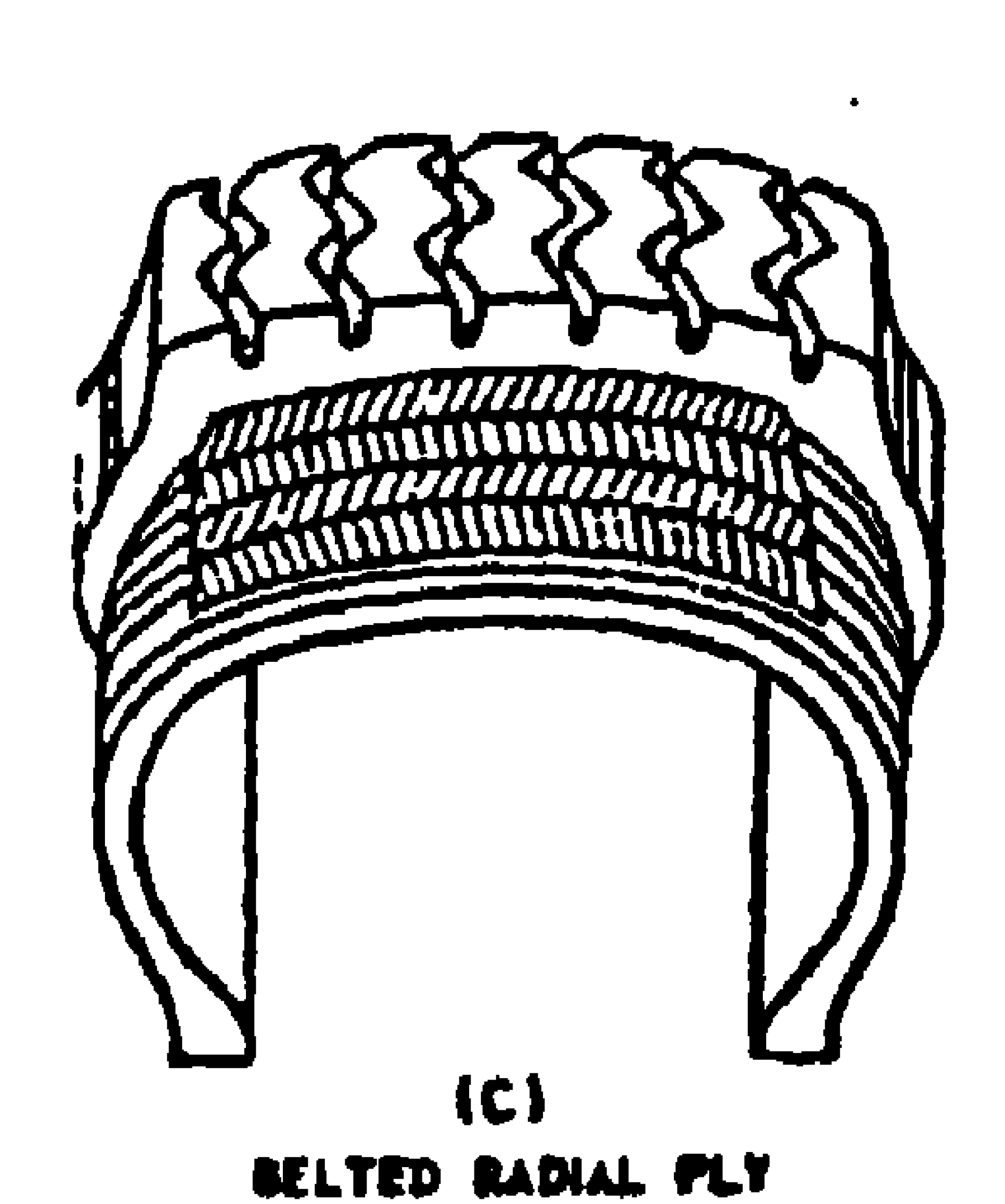
تحتوى الإطارات المستخدمة فى العجل الأمامى للجرار على طبقتين الى ٦ طبقات، بينما العجل الخلفى للجرارمن ٤ الى ١٢ طبقة والمعدات المستخدمة فى تسوية الطرق تحتاج الى أكثر من ٢٠ طبقة للإطارات. أما عن جدار الإطار Side Wall فهو عبارة عن أغطية رقيقة من المطاط على جوانبه الخارجية ويجب أن تكون مرنه ولا تتصدع تحت الأحمال العادية أو ضغط الهواء أو الصدمات المفاجئة. وقد يسبب التشغيل بضغط هواء منخفض أو التعرض للصدمات المفاجئة الى تلفاً شديداً لجوانب الإطار. ويحتوى الجزء الخارجى للإطار الخلفى على زوائد مطاطية أو بروزات (lugs) وهى الجزء السميك المحيط بالجزء الخارجى من الإطار ويلامس الأرض. وتوجد عدة تصميمات مختلفة للبروزات وذلك للإستخدامات المختلفة. ويوضح شكل (٤-٢٦) الأشكال المختلفة للبروزات فى الجزء الخارجى للإطار. وإطارات الجرار الأمامية Front Tires تكون من النوع Non-lugged وإنما تحتوى على بروزات مطاطية، تخترق البروزات الأرض وتساعد فى دوران الجرار. إلا إذا كان الجرار رباعى الدفع Four wheel drive فتكون الإطارات الأمامية من النوع lugged لأنها فى هذه الحالة تكون وظيفتها توليد قوة دفع مع التربة.



شكل (٤-٢٥) : الأشكال المختلفة للبروزات فى الجزء الخارجى للإطار

ويوضح شكل (٤-٢٧) تصميمات الإطارات المختلفة من حيث ترتيب الطبقات. النوع الأول يعرف بتيلة ذات الطبقات المنحرفة Bias Ply وتكون الطبقات فيه مصممة بطريقة منحرفة الاتجاه التى تمتد الطبقات فيها من حلية محدبة الى الأخرى بزاوية ما (شكل ٤ - ٢٧أ) أما النوع الثانى ويعرف بتيلة ذات طبقات منحرفة وأربطة Belted Bias Ply (شكل ٤-٢٧ب) وتوجد أوتار Belts الأربطة بين الرقائق والبروزات لتزيد من صلابة البروزات. وتزيد مدة وعمر البروزات لانخفاض التواء البروزات خلال التماسها بالطريق. والنوع الثالث والذى يعرف بالإطارات ذات الطبقات نصف القطرية Belted Radial Ply والذى نال شهرة فى السنوات الأخيرة وتشبه فى تصميمها الإطارات ذات الترتيب المنحرف فيما عدا أن الرقائق تكون متعامدة مع الصرة تقريباً (شكل ٤-٢٧جـ).





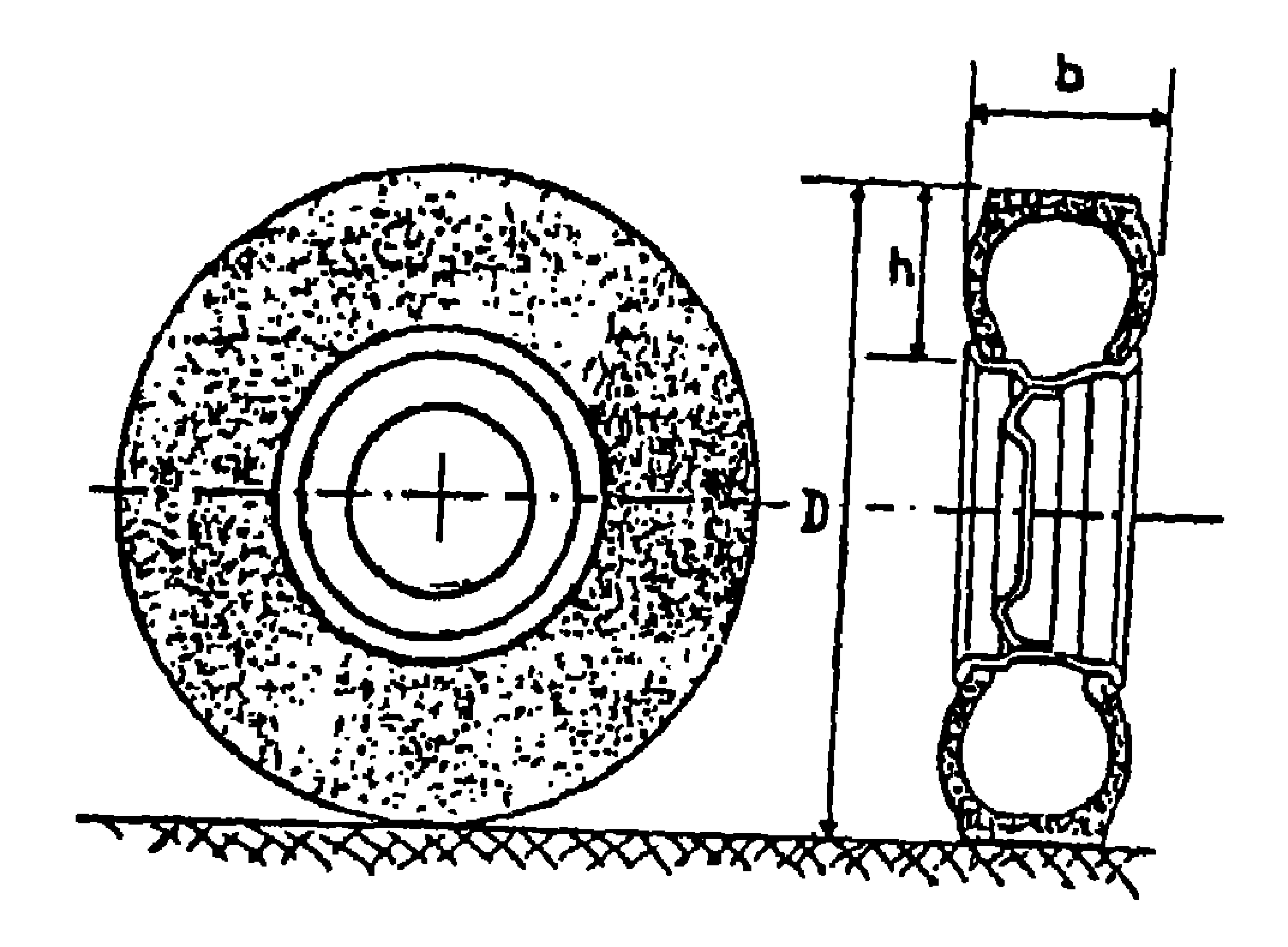
شكل (٤-٢٧): تصميمات الإطارات المختلفة

ويمكن تشغيل الإطارات ذات الطبقات نصف القطرية على ضغوط أقل مما يوجد فى الإطارات ذات الطبقات المنحرفة الذى يؤدى الى زيادة مساحة التلامس مع السطح. وتزود إطارات الجرار الأمامية والخلفية بكلا النوعين، إما بتصميم ذوات الطبقات نصف قطرية أو الطبقات المائلة الاتجاه. وعادة تكون الإطارات ذوات الطبقات نصف القطرية أكثر تكلفة.

مقاسات الإطارات Tire Sizes

يوضح شكل (٤-٢٨) الأبعاد الرئيسية للأطار، وتوصف مقاسات الإطارات فى الدول المختلفة بطرق مختلفة. وهذا يصعب من شراء الإطارات الإحتياطية فى حالات عديدة. لذلك أتفقت الدول على توصيف مقاسات الإطارات بطرق معينة. يستخدم عادة رقمان بينهما علامة (-) لبيان مقاس الإطار. فمثلاً عجلة مقاسها 28-11 يعنى أن عرض الإطار الملامس للأرض (b) يساوى 11 بوصة وقطر قرص العجلة (d) يساوى 28 بوصة وعادة يكون أرتفاع الإطار الكاوتش مساوياً لعرضه أى أن(h = b) ويكون قطر العجلة الخارجى يساوى (d + 2h) أى 50 بوصة. ويستخدم هذا الترقيم فى معظم العالم.

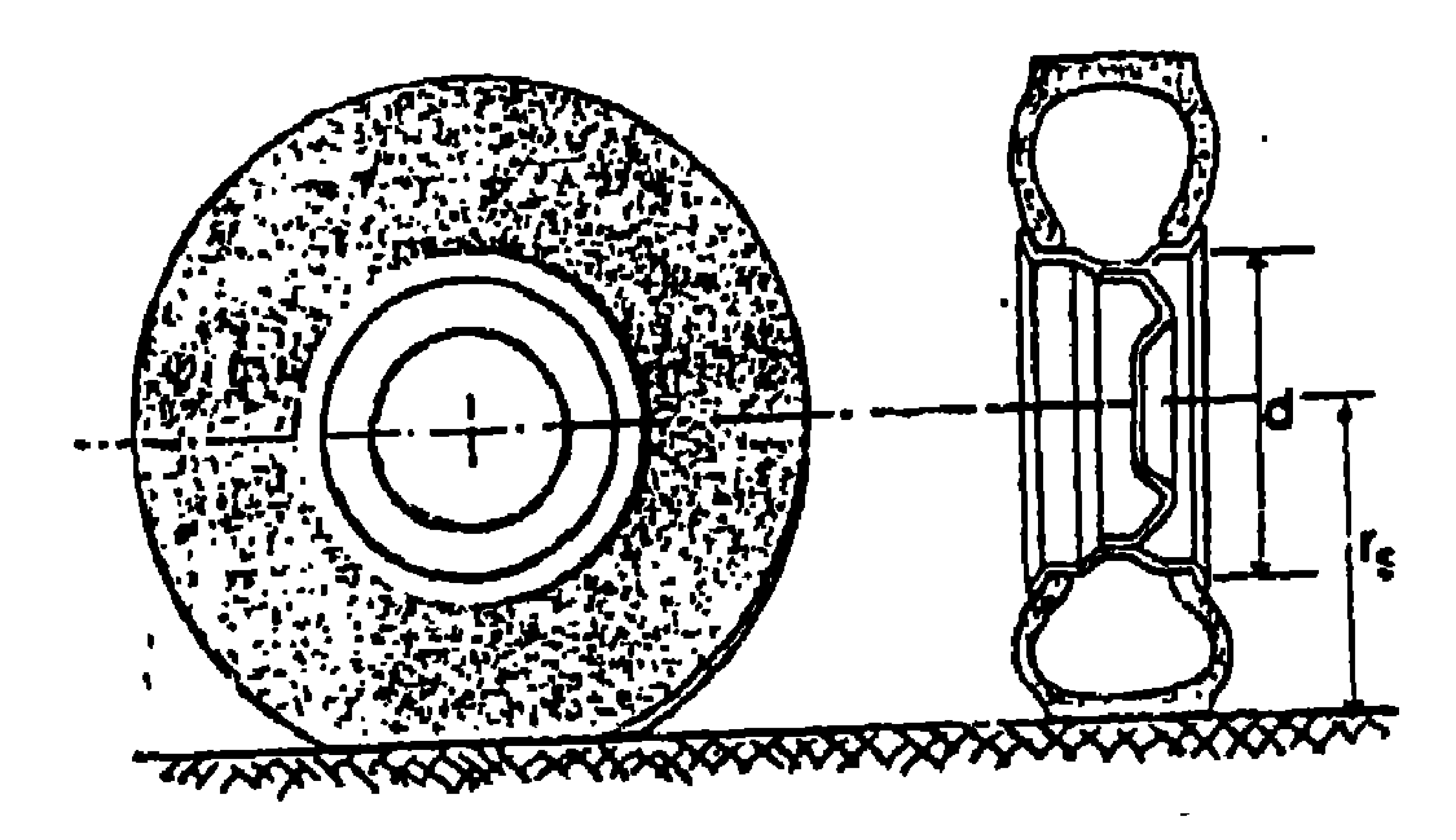
ولكن منذ عام ١٩٥٥ بدء فى أنتاج أنواع من الإطارات ذات عرض كبير وارتفاعات أقل مما أدى الى أختلاف قيمة b عن قيمة h. وبمعنى آخر انخفضت النسبة h/b من الواحد الصحيح حتى وصلت الى ٠,٨٥ ولهذا السبب أصبح مقاس العجلة يحتوى على ثلاثة أرقام فمثلاً: 28 - 12.4/11 يعنى أن عرض الإطار الكاوتش (b) يساوى 12.4 بوصة وأرتفاعه (h) يساوى 11 بوصة وقطر العجلة الحديد 28 بوصة ويكون قطر العجلة الخارجى يساوى (d + 2h) أى 50 بوصة. وفى بعض الأحيان يكتب على الإطار كلاً من الرقمين.



شكل (٤-٢٨): الأبعاد الأساسية لإطار عجل الجرار

فى بعض الإطارات الحديثة يكتب مقاس العجلة على الصورة الآتية: 18 - 9.0/75. فالرقم الأول (9.0) عبارة عن عرض الإطار الكاوتش بالبوصة والرقم الذى يليه وهو (75) عبارة عن النسبة المئوية لقيمة(h/b) أى ٧٥٪ اى أن ارتفاع الإطار يساوى %75 من عرض الإطار. أما الرقم الثالث 18 فهو يساوى قطر العجلة الحديد بالبوصة. وعلى ذلك يكون قطر هذه العجلة 31.5 بوصة.

عند تحميل العجلات الخلفية يقل نصف قطرها تبعاً لقيمة الحمل الواقع عليها ويسمى نصف قطر التحميل الأستاتيكى Static Loaded radius (Rs) كما هو موضح بالشكل رقم (٤-٢٩) ويعرف على أنه المسافة المقاسه من سطح الأرض الى مركز دوران الإطار مع وجود الحمل وضغط الهواء الموصى به للإطار. ويكون نصف قطر التحميل أقل من نصف القطر الخارجى للإطار نتيجة لإنبعاج الإطار Tire deflection عند تلامسه مع الأرض. وتختلف قيمة نصف قطر التحميل باختلاف الضغط داخل العجل والحمل الواقع عليه. ويوجد علاقة كبيرة بين مساحة تلامس العجلة مع سطح الأرض وضغط العجلة والحمل الواقع عليها.



شكل (٤-٢٩): الأبعاد الأساسية لإطار عجل الجرار

تغيير المسافات بين العجل Wheel - Tread Adjustment

فى العديد من المزارع يعمل الجرار جزء كبير من الوقت فى خدمة المحاصيل المنزرعة فى خطوط ولما كانت محاصيل الخطوط المختلفة تزرع على أبعاد مختلفة لذلك أصبح من الضرورى إيجاد وسيلة يمكن بها تغيير مسار العجلات لإعطاء البعد المطلوب. وتتغير المسافة بين عجلتى الجرار (الأماميتين أو الخلفيتين أو كلتهما) لمواءمتها مع أنواع المحاصيل المختلفة. فى الجرارات ذات اربع عجلات كاوتش يجب ضبط المسافة بين العجلتين الأمامتين وكذلك المسافة بين العجلتين الخلفيتين أما فى الجرار الذى يحتوى على عجلة واحدة أمامية فيلزم ضبط المسافة بين العجلتين الخلفيتين فقط.

(أ) تغيير المسافات بين عجلتى الجرار الأماميتين

تضبط المسافة بين عجلتى الجرار الأماميتين فى المحاور الأمامية التلسكوبية والتى تتكون من ثلاث قطع مثقوبة على مسافات صغيرة فى حدود ٥ أو ١٠ أو ١٥ سم وذلك عن طريق تقصير أو تطويل الأعمدة التلسكوبية عند كل عجلة أمامية بواسطة وضع مسامير خلال الثقوب. وتتمثل خطوات ضبط المسافة فى الخطوات الآتية:

١- يرفع الجرار بواسطة الروافع وتوضع كتل أسفله.

٢- تفك مسامير الربط سحب المواسير حسب المسافة المطلوبة. (شكل ٤-٣٠) ، ويوضح شكل (٤-٣١) نتيجة عملية تغيير المسافات بين العجل فى المحور الأمامى

.

(ب) تغيير المسافة بين عجلتى الجرار الخلفيتين

تغيير المسافة بين عجلتى الجرار الخلفيتين ويتم تغيير هذه المسافة بإحدى الطرق الآتية:

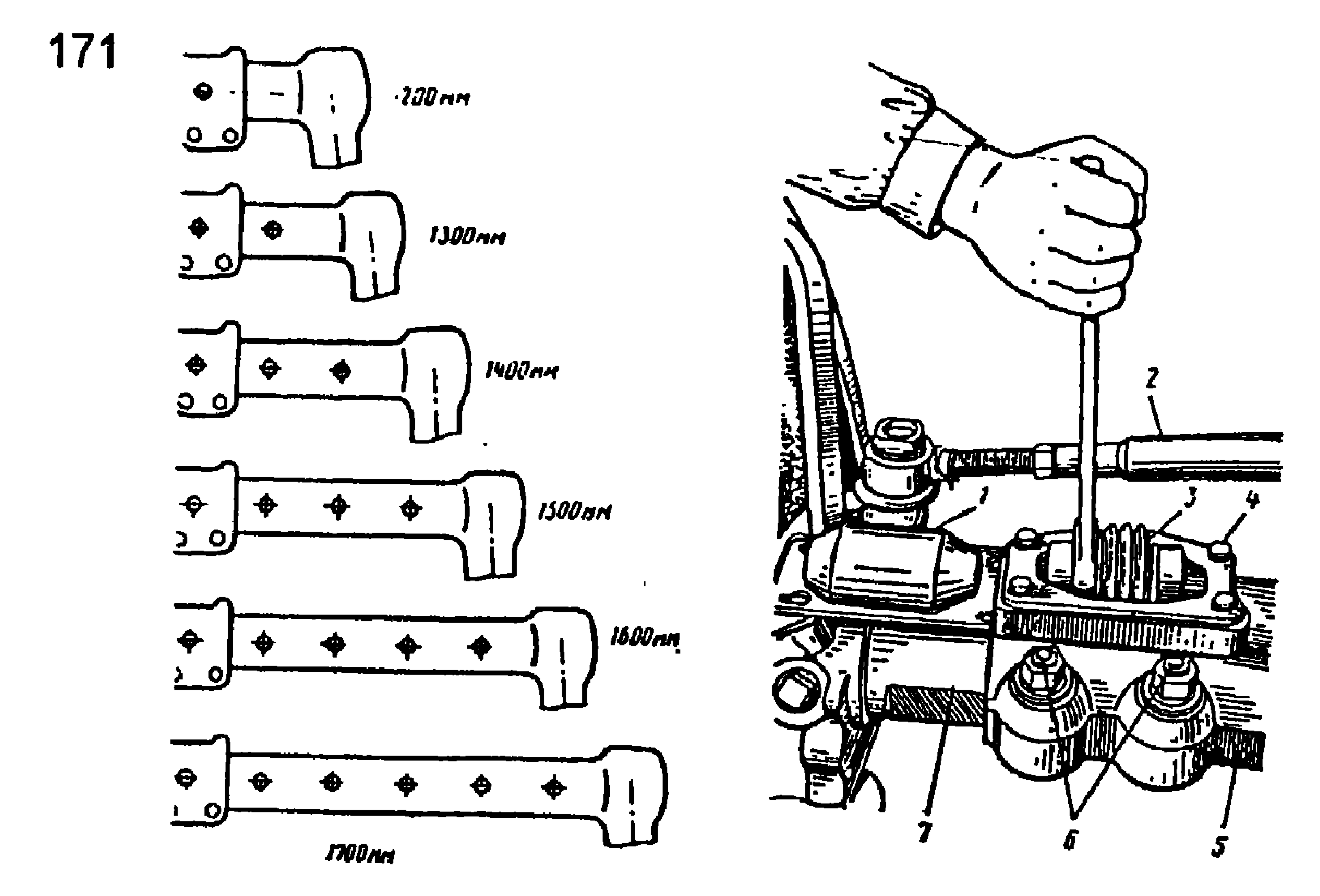
١- إنزلاق صرة العجلة على محور الإدارة إلى الداخل أو الخارج. ويوضح شكل (٤-٣٢) هذه الطريقة.

٢- قلب وضع قرص العجلة على محور الإدارة. ويوضح شكل (٤-٣٣) هذه الطريقة ويلاحظ فى هذه الحالة اختلاف أثر مسار العجل نتيجة لقلب قرص العجلة لذلك يجب استبدال العجلة اليمنى بالعجلة اليسرى لثبات وضع مسار العجل لتأثير ذلك على أداء الشد فى الجرار.

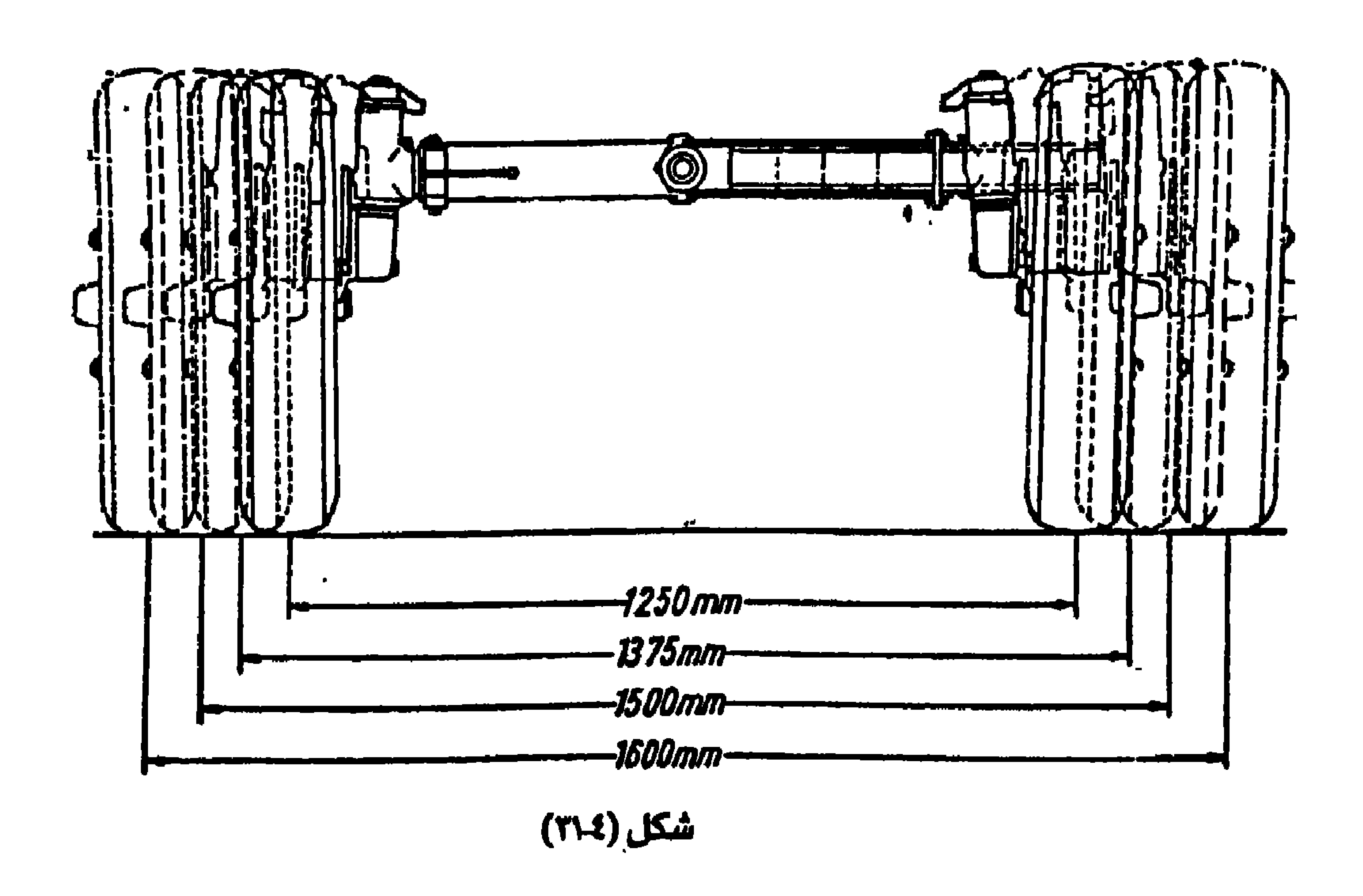
٣- إستخدام حلقات من الحديد لإزاحة الإطار إلى الخارج

٤- إستخدام أكثر من طريقة من الطرق السابقة.

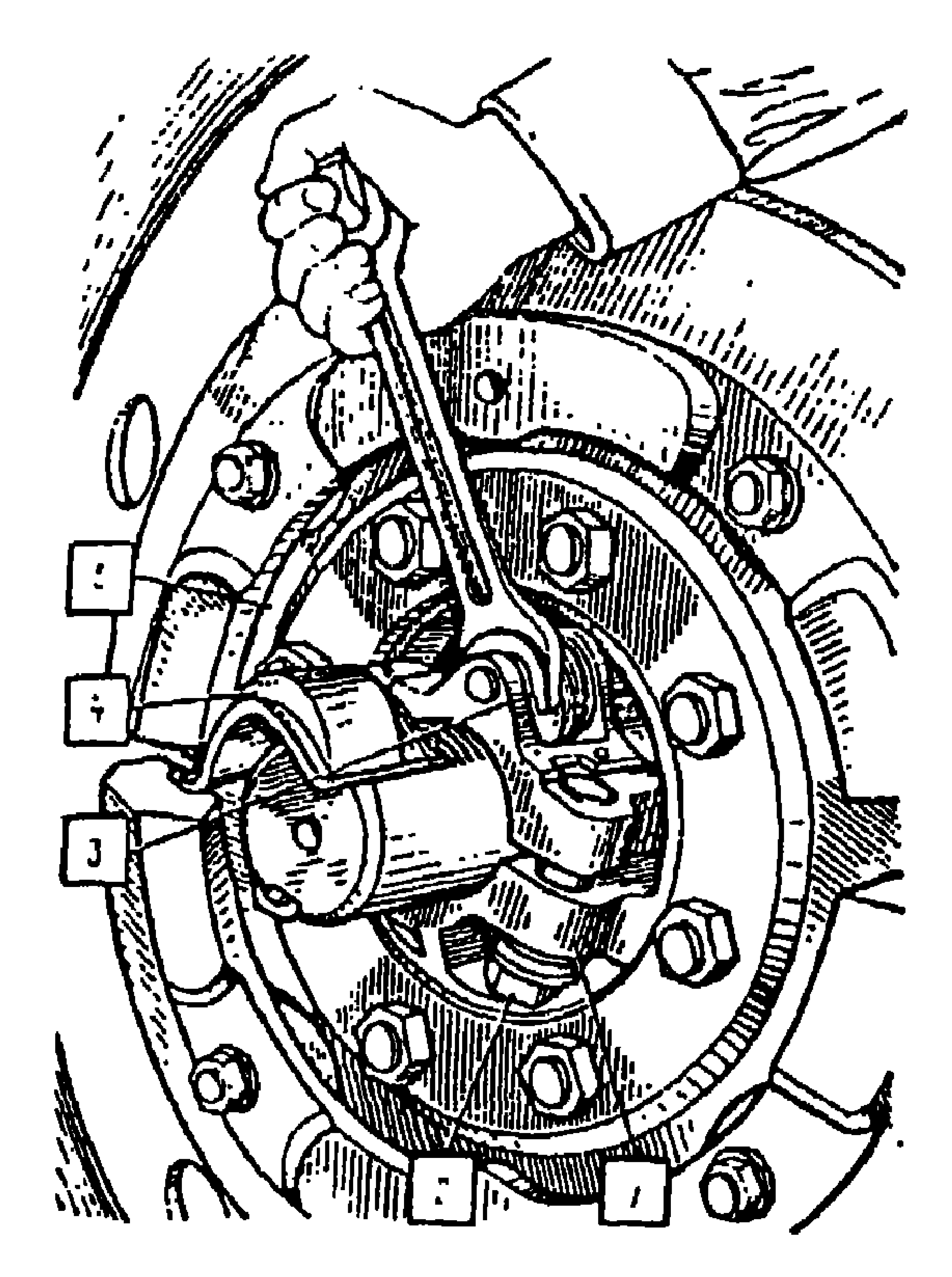
٥- تزود الجرارات الحديث بوسائل ميكانيكية لضبط المسافة بين العجلتين فى نطاق لا نهائى



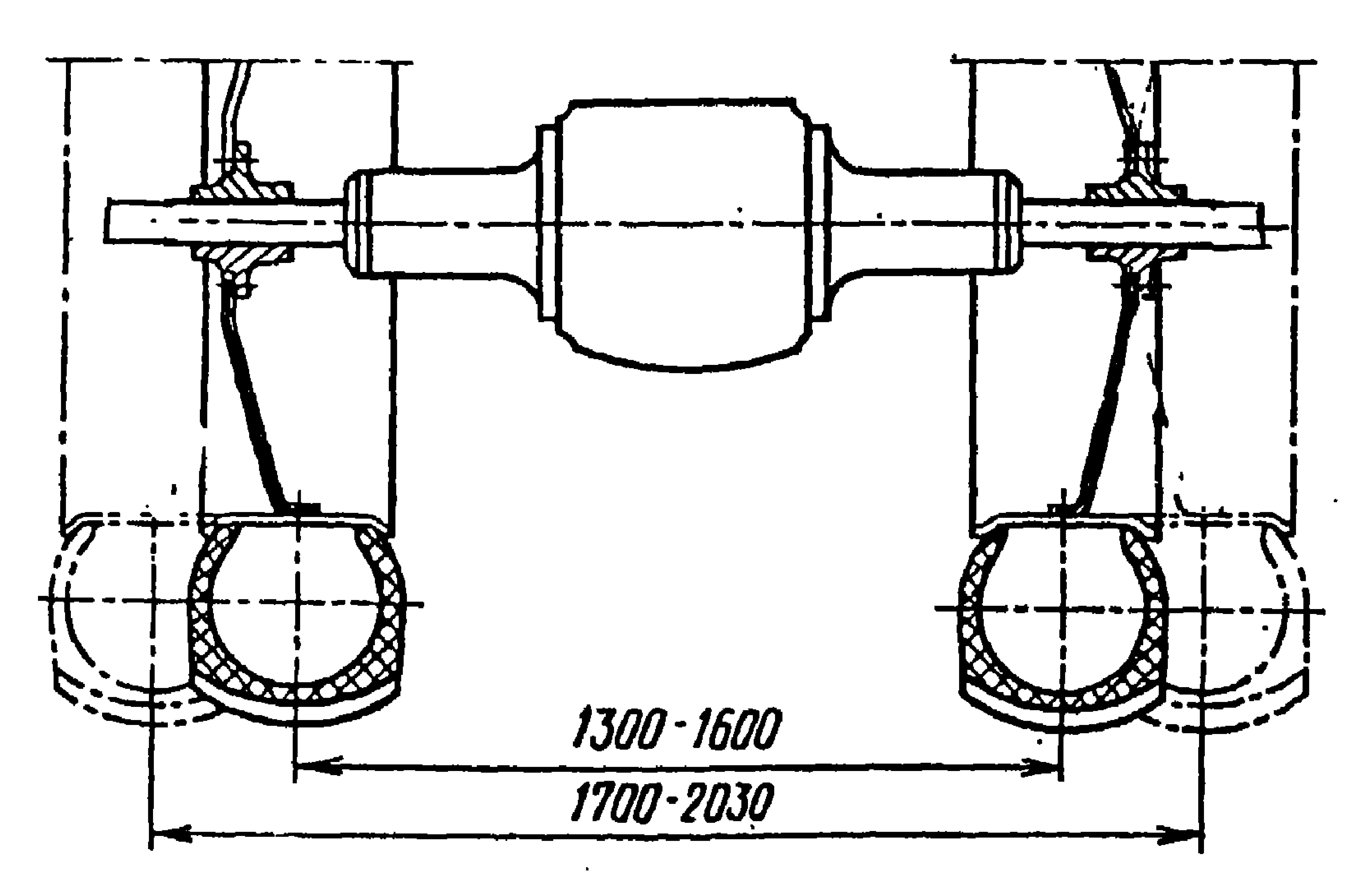
شكل(٤-٣٠): تغيير المسافات بين العجل الأمامى



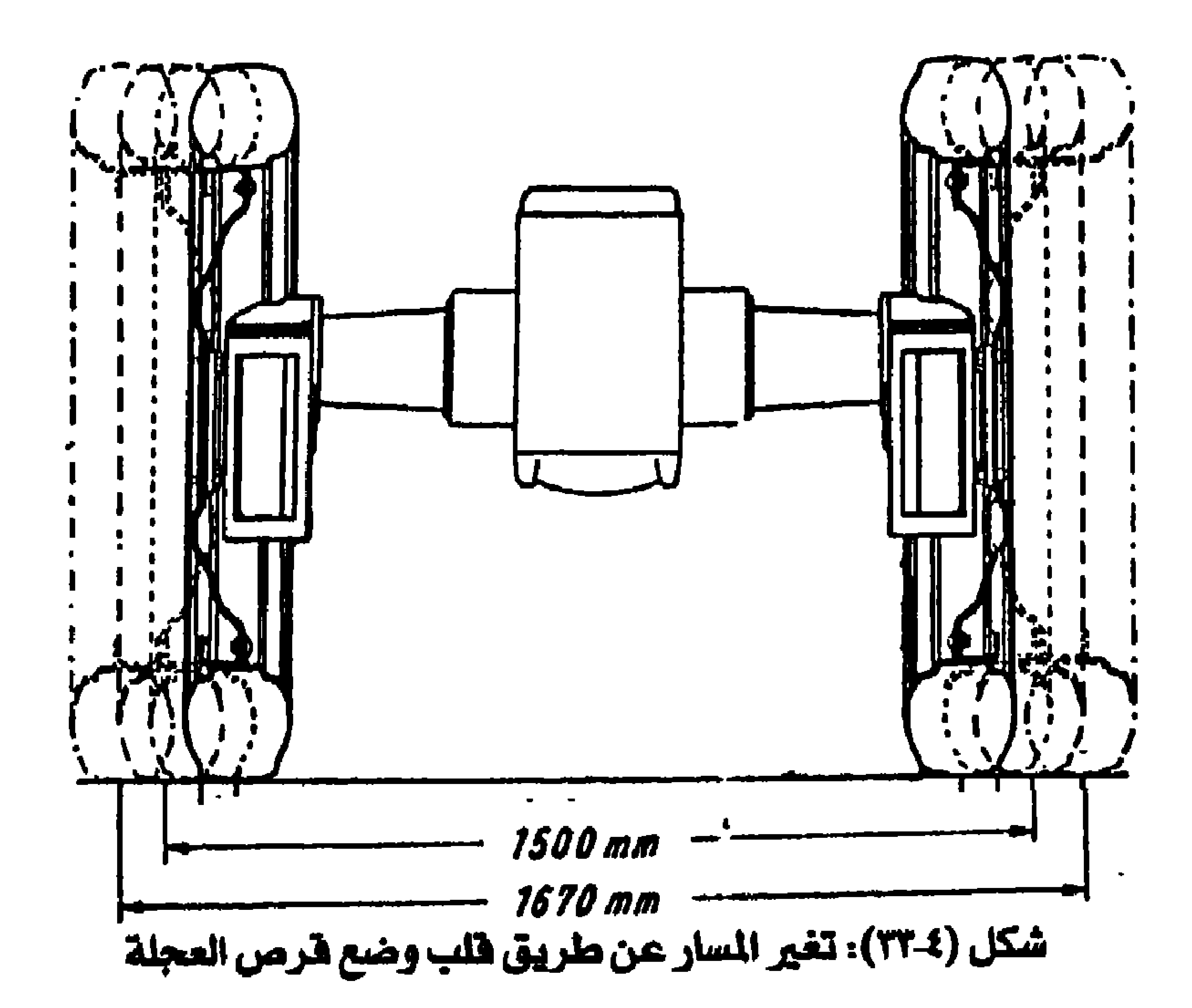
شكل (٤-٣١)



1 — hub; *2* — hub bolt; *3* — screw
4 — screw cover; *5* — wheel disl



شكل(٤ -٣٢): تغيير المسافة بين العجلتين الخلفيتين بواسطة انزلاق صرة العجلة على محور الإدارة



شكل (٤-٣٣): تغير المسار عن طريق قلب وضع قرص العجلة

الكتينة

فـى الجـرارات ذات الكتيـنـة يتصل الجـرار بـالأرض بواسـطة كتينـتـين مـن الحديد على جانبى الجرار كمـا أوضحنا فيمـا سبق، وكـل منهمـا ذات طـول وعـرض مناسب ، وبذا تكون مساحة التلامس كبيرة ، كما أنه يوجد بالكتينة بـروازات تعمـل على أختراق التربة فتزيد من تماسك الكتينة بالأرض ، ويقل الإنـزلاق، وتزيـد قـدرة الجرار على شده.

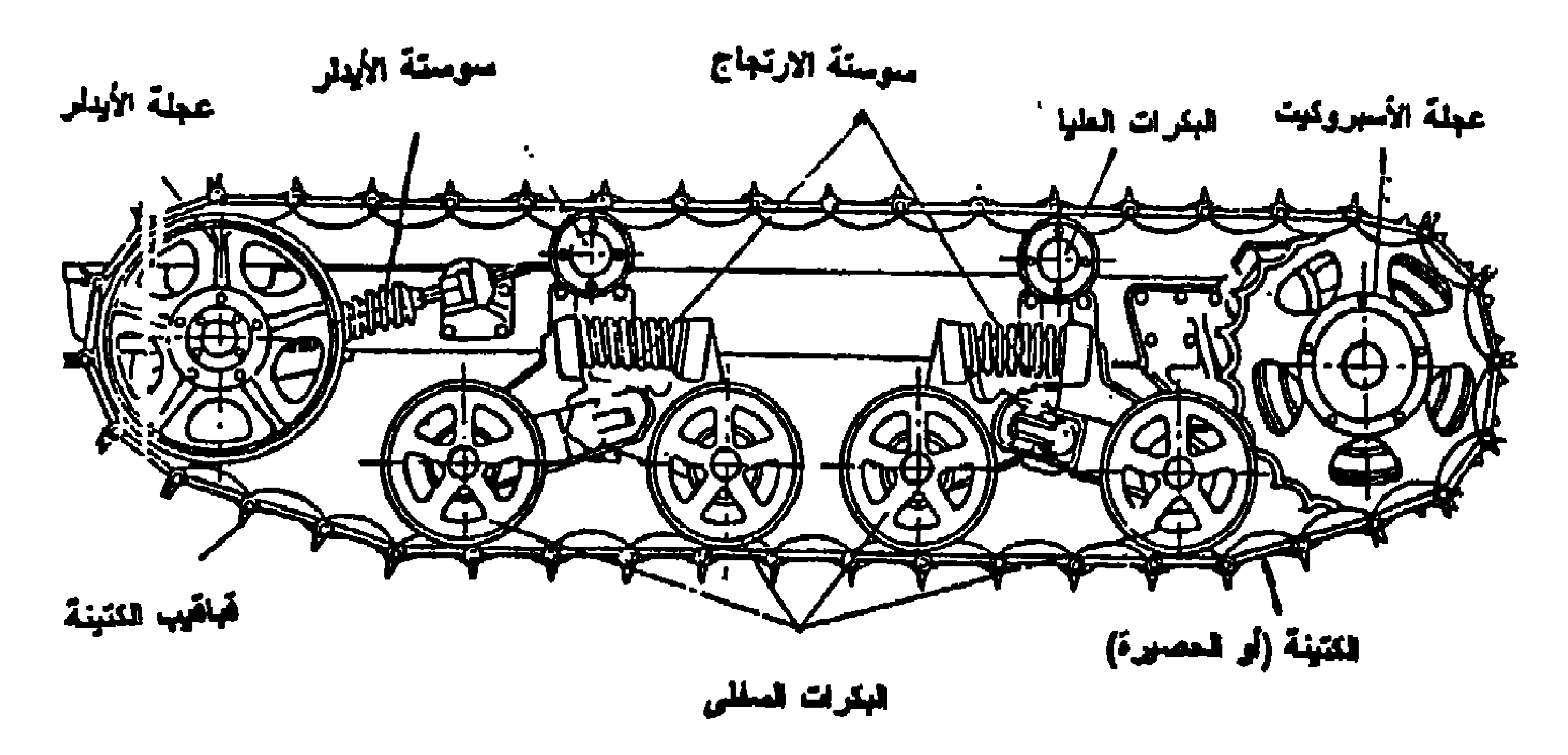
وتتكون كتينة الجرار من الأجزاء الأساسية الآتية: شكل (٤-٣٤)

١- عجلتين مسننتين خلفيتين تعرفان بعجلتى القـدرة ، وهـى القـدرة، وهـى التـى تستمد حركتها من العمودين النصفين ، وتعرف كل منها بعجلة (الأسبروكت).

٢- عجلتين أماميتين ، وتعرف كل منها بعجلة (الأيدلر).

٣- كتينة على هيئة جنزير تعشق فى كل من العجلة الخلفيـة وتمـر حـول العجلة الأمامية المقابلة لها، كما ترتكـز الكتينـة علـى بكرات تحميـل سفلية وعلوية . وتدور هذه البكرات حول محاور مثبتة بهيكل الجرار.

٤- جهاز ضبط شـد الكتينـة ، وبـه يمكـن أزاحـة عجلـة (الأيـدلر) الى الأمـام والى الخلف حسب مقدار الشد المطلوب.



شكل (٤-٣٣)الأجزاء الرئيسية لكتينة الجرار

حساب السرعة الأمامية للجرار

يمكن حساب السرعات الأمامية لأى جرار بمعرفة سرعة عمود الكرنك ونسبة التخفيض الكلية وكما اوضحنا من قبل أن نسبة التخفيض الكلية هى النسبة بين سرعة دوران عمود الكرنك للمحرك إلى سرعة دوران المحور الخلفى. ويمكن إيجاد السرعة الأمامية للجرار من المعادلة التالية

$$V = \frac{\pi D_e N_w x 60}{1000}$$

حيث:

V - السرعة الأمامية كم/ساعة، (km/h).

N_w - سرعة دوران العجلة الخلفية لفة/دقيقة، (r. p. m)

D_e - القطر الفعلى للعجلة الخلفية متر، (m)

الباب الخامس

مصادر استغلال القدرة

فى الجرار

Tractor Power Outlets

الباب الخامس

مصادر استغلال القدرة فى الجرار

Tractor Power Outlets

مقدمة

يستخدم الجرار كمصدر للقدرة للعديد من الآلات الزراعية. بعض هذه الآلات تحتاج إلى جرها أو شدها إلى تعليقها أو إلى حركة دورانية ويمكن استغلال القدرة فى الجرار بواسطة أربع طرق:

١- قضيب الشد (عمود الجر) Drawbar

٢- عمود الإدارة Power take off (P.T.O)

٣- طارة الإدارة Belt Pulley

٤- الجهاز الهيدروليكى Hydraulic system

أولاً: قضيب الشد Drawbar

يوجد قضيب أو عمود الجر فى مؤخرة الجرار ويستخدم فى عملية شد الآلات المقطورة والنصف مقطورة ويعتبر قضيب الشد من المصادر الأكثر استخداما إلا أنه أقل القدرات كفاءة وذلك لأنه عند استخدامه يفقد جزء كبير من القدرة فى انزلاق العجل Wheel Slip ومقاومة العجل للدوران Rolling Resistance وأيضا فى عملية دمج التربة تحت العجل Soil Compacted ويجب ان يتوافر فى قضيب الشد شروط معينة منها أن يكون متين ويتحمل أقصى قوة شد وأن يكون قابل لتغيير مكانه لأعلى أو لأسفل فى مجال معين.

أنواع قضيب الشد Types of Drawbar

يوجد ثلاث أنواع رئيسية من قضيب الشد:

أ- قضيب الشد المتأرجح Swinging Drawbar

ب- قضيب الشد متعدد الثقوب Regular Drawbar

جـ- ذراع الشد الملحق Supplemental Drawbar

أ- قضيب الشد المتأرجح Swinging Drawbar

قضيب الشد المتأرجح عبارة عن قضيب مثبت أسفل الجرار يمكن لهذا القضيب أن يتأرجح فى المستوى الأفقى ويترك القضيب حر الحركة أثناء جر الآلة أو يثبت فى الوضع المناسب للتشغيل ويوضح شكل (٥-١) قضيب الشد المتأرجح Swinging drawbar وهذا النوع المستخدم فى الجرار الحقلى العام Standard Wheel Tractor ويفضل استخدام القضيب المتأرجح مع الآلات ذات المقاومة العالية حيث يعطى سهولة فى عملية التوجيه. كما يستحسن استخدام هذا النوع فى جرارات البساتين حيث يمكن ضبط أوضاع مختلفة مما يساعد على عمل الدورانات القصيرة حول الأشجار.

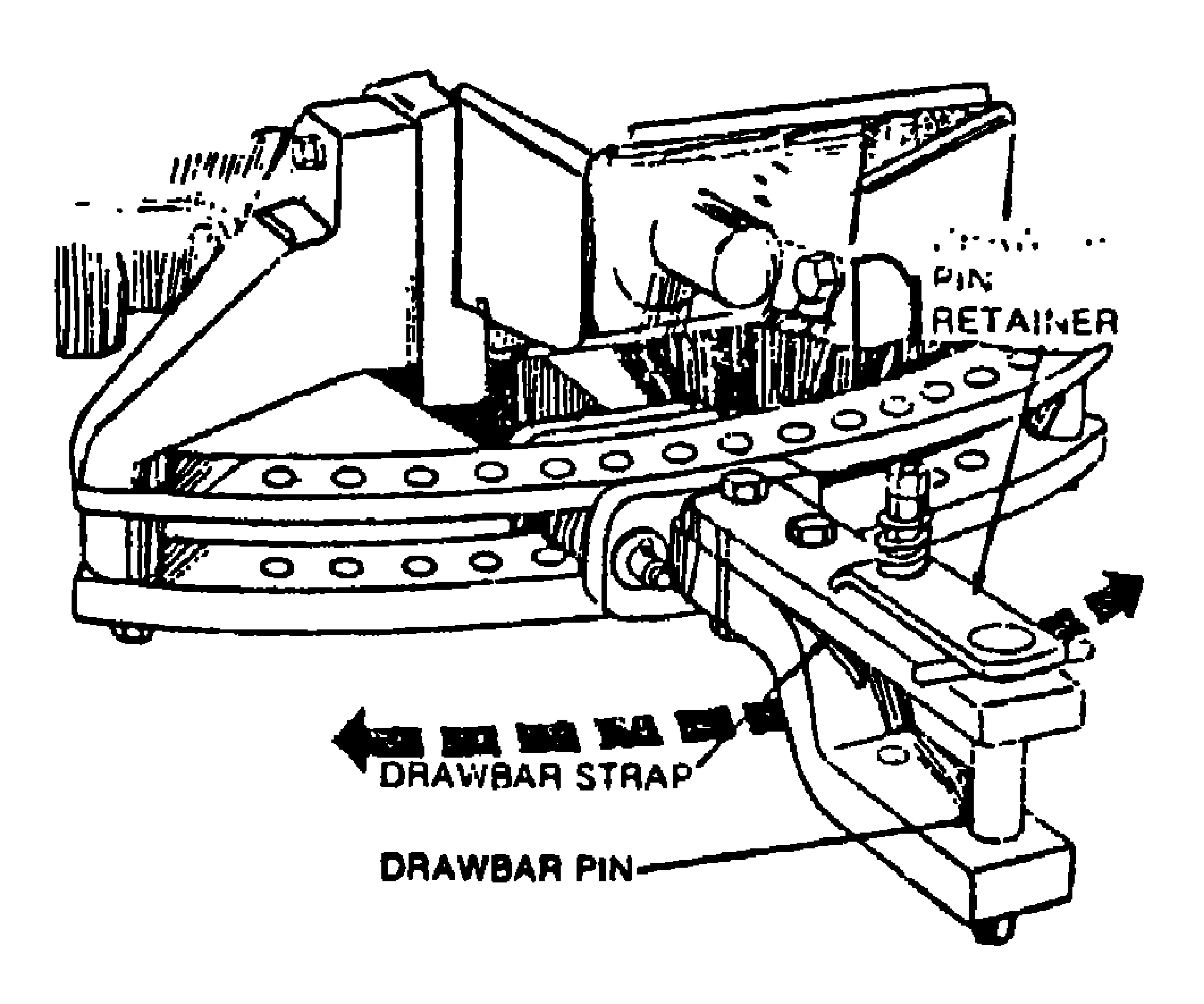
ب- قضيب الشد متعدد الثقوب Regular Drawbar

قضيب الشد متعدد الثقوب عبارة عن خوصة من الصلب على شكل حرف (U) مثبتة فى مؤخرة هيكل الجرار عن طريق مجموعة من المسامير بحيث يمكن تغيير ارتفاع القضيب عن الأرض حسب الطلب ويوجد بالخوصة عدة ثقوب تشبك من إحداها الآلة المطلوب جرها وذلك بواسطة بنز خاص ويوضح شكل (٥-٢)قضيب الشد متعدد الثقوب.

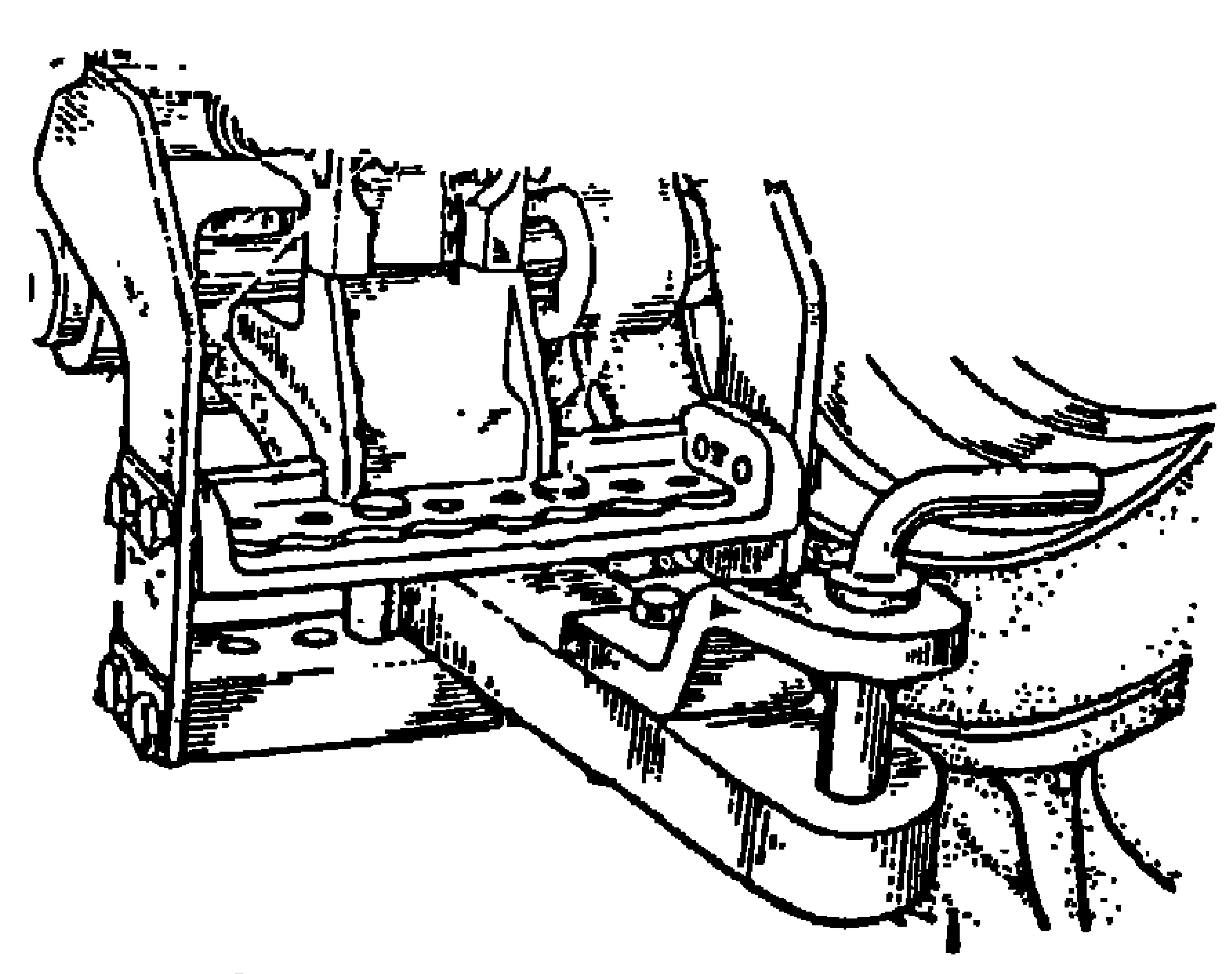
جـ- ذراع الشد الملحق Supplemental Drawbar

تحتوى معظم الجرارات الآن على جهاز الشبك خلف الجرار ويعرف بثلاث نقط الشبك Three Point Linkage وجهاز الشبك هذا متصل بالجهاز

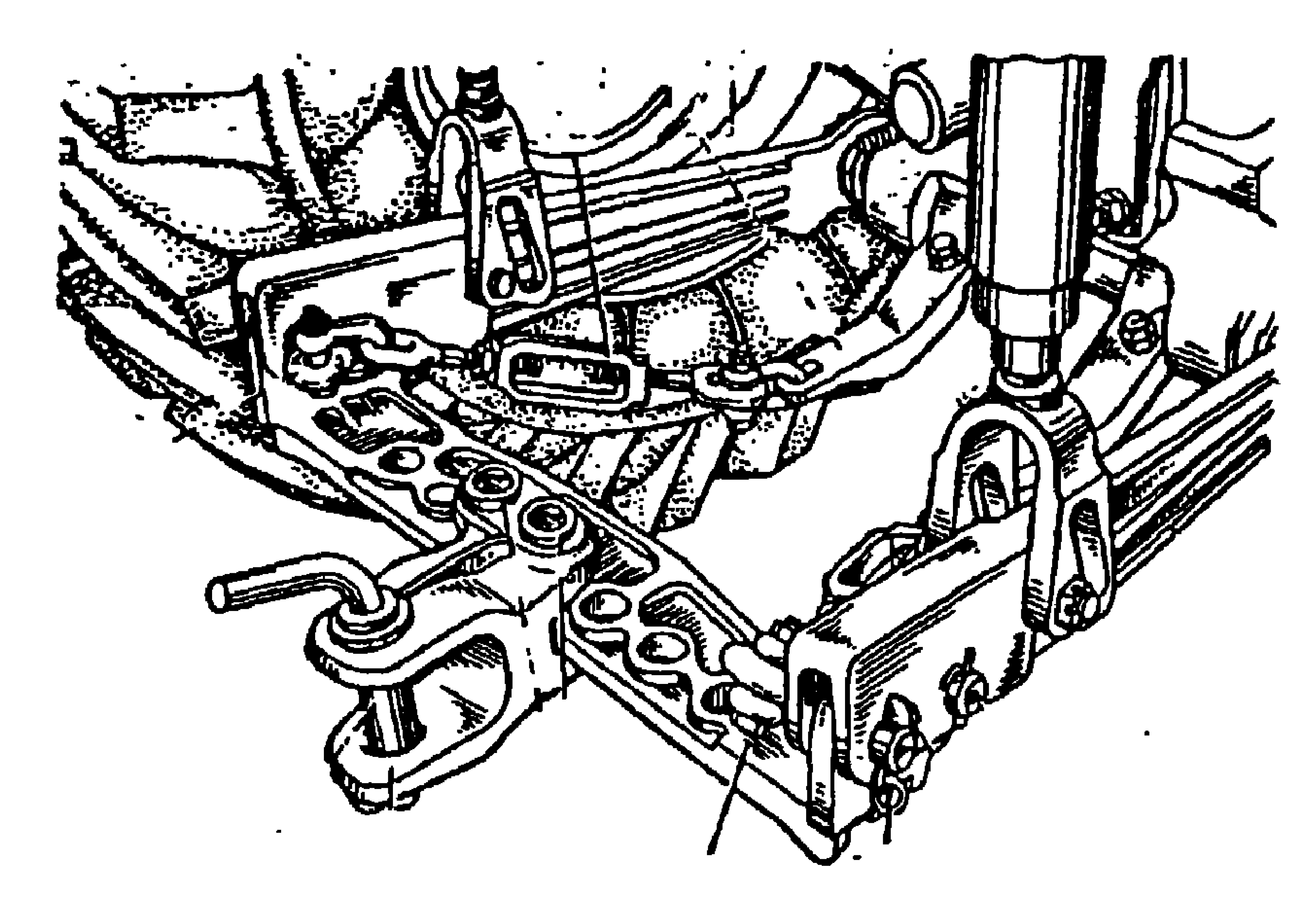
الهيدروليكى للجرار وقضيب الشد الملحق عبارة عن خوصة تثبت مع الذراعين السفليين لجهاز الشبك Lower links ويوضح الشكل (٥-٢) ذراع الشد الملحق.



شكل (٥-١): قضيب الشد المتارجح Swinging drawbar



شكل (٥-٢) : قضيب الشد متعدد الثقوب



شكل (٥-٣): ذراع الشد الملحق

ثانياً: عمود الإدارة (P.T.O) Power take- off Drive

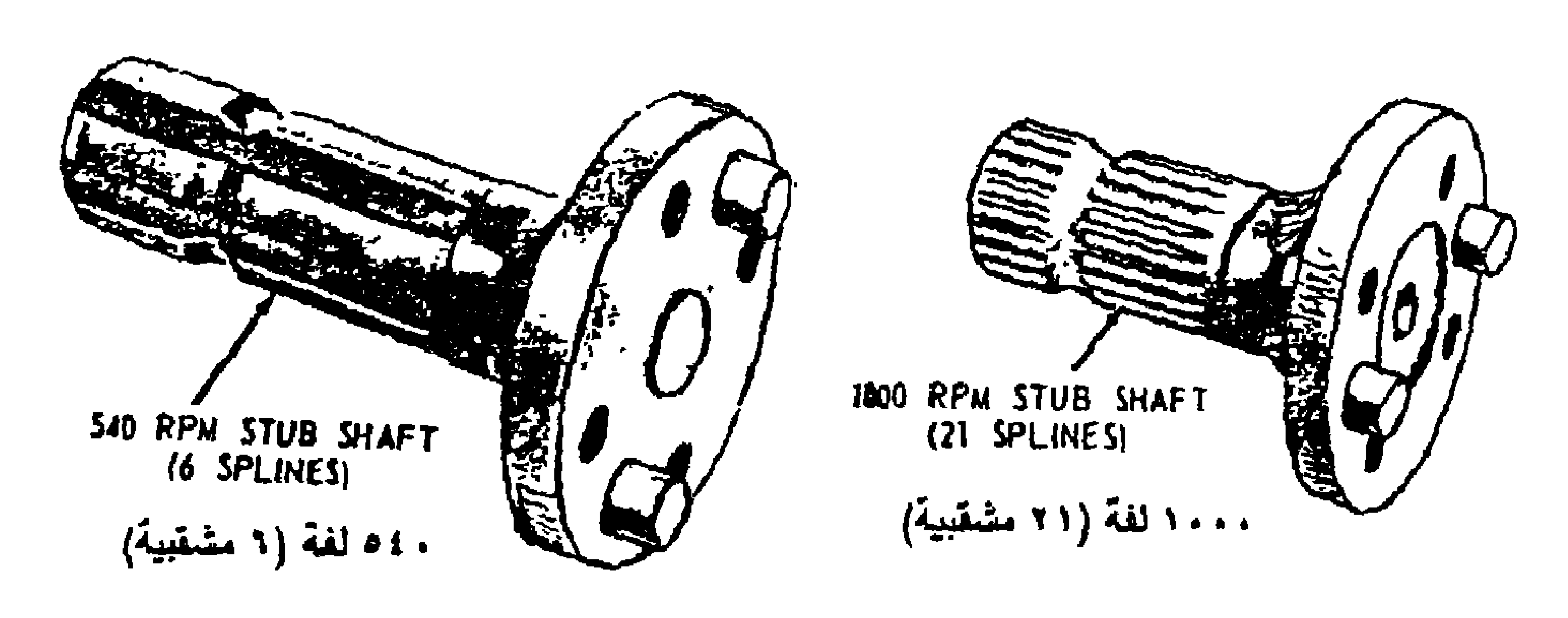
فى حوالى عام ١٩٢٠ تم تشغيل بعض الآلات الزراعية فى الولايات المتحدة الأمريكية لأول مرة بواسطة عمود بسيط يستمد حركته من محرك الجرار. وعرف هذا العمود بعمود الإدارة ونظراً للفوائد العظيمة لهذه الوسيلة فقد شاع استخدامها وادخال فى صناعة الجرارات فى كل مكان. وفى عام ١٩٣٦ أصدرت الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين ASAE نشرة قياسية عن أعمدة إدارة القدرة تتضمن هذه النشرة الأبعاد القياسية وموضع عمود الإدارة وإتجاه دورانه وسرعته ومنذ ذلك التاريخ يتم تعديل هذه المواصفات من فترة إلى اخرى. ويعرف عمود الإدارة بـ P.T.O وذلك اختصاراً لـ Power Take Off ويوجد عمود الإدارة خلف الجرار فى معظم الجرارات وبعض الجرارات الحديثة يوجد عمود إدارة امامى وعمود إدارة خلفى. ويمد عمود الإدارة الآلات بالحركة الدورانية مثال ذلك المحشة

والمحصدة وآلة تجميع البالات وكذلك يستخدم فى تشغيل بعض الآلات الثابتة كما فى مضخات الرى وماكينة الدراس الثابتة.

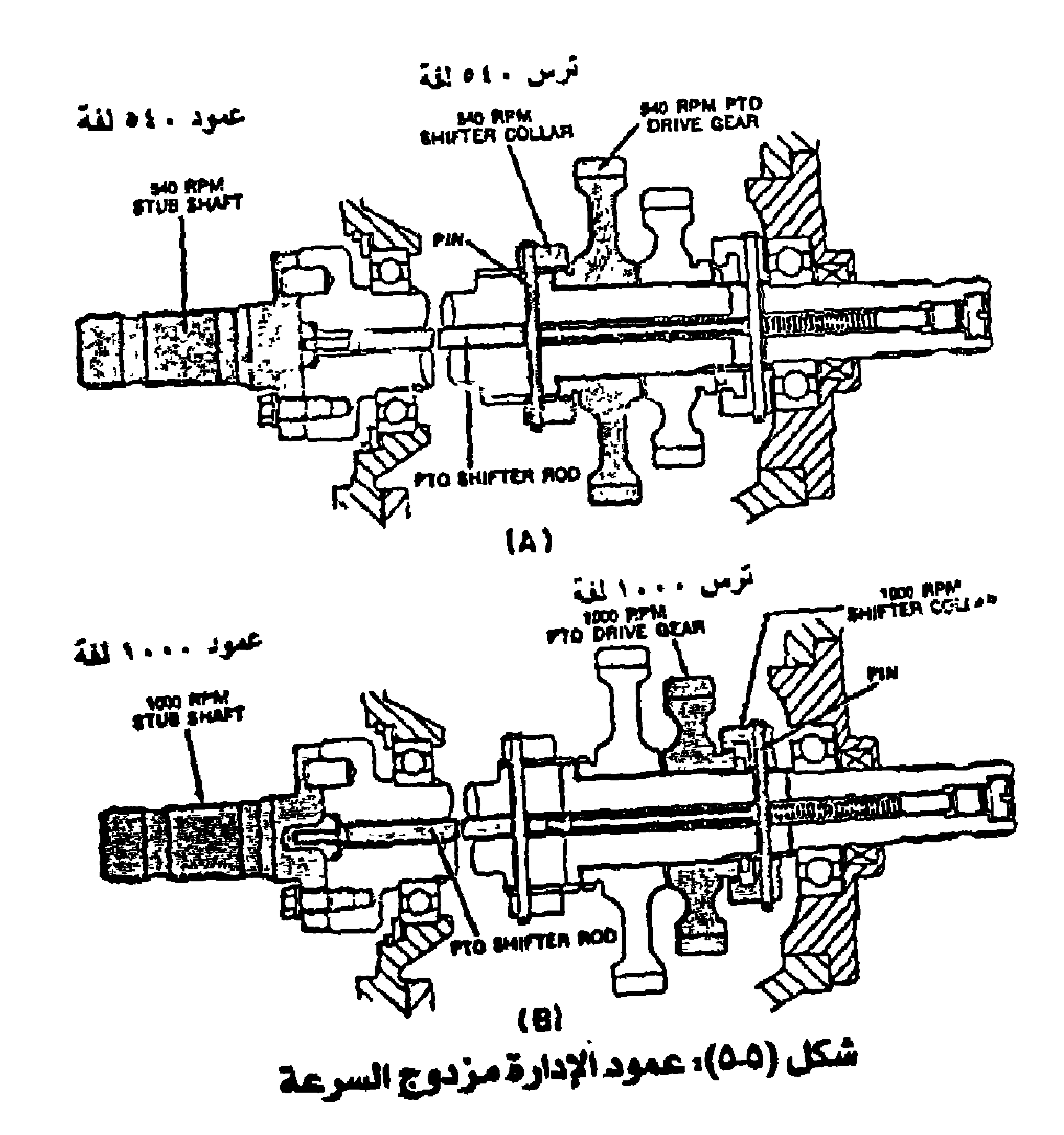
وتستخدم عادة وصلة تلسكوبية (الوصلة مرنة Universal Joint) ما بين عمود الإدارة للجرار وعمود تشغيل الآلة لإمكانية إمداد الحركة مع السماح باختلاف فى وضع التشغيل بالنسبة لعمود الإدارة نظراً لتغيير وضع الآلة.

مواصفات عمود الإدارة Power take – off specification

لعمود الإدارة مواصفات قياسية من حيث السرعة وقطر هذا العمود وعدد مشقبياته. قديماً كان هناك نوعاً واحد لعمود الإدارة سرعته ٥٤٠ لفة/دقيقة وحالياً يوجد أكثر من نوع لأعمدة الإدارة تختلف فيما بينها من حيث الأبعاد وسرعة الدوران. وضح شكل (٥-٤) أعمدة الإدارة شائعة الإستخدام مع الجرارات الزراعية، ويستخدم النوع الأول من عمود الإدارة ذو السرعة ٥٤٠ لفة/دقيقة وقطره ٣٥مم على جرارات قدرتها فى حدود ٦٥ كيلو وات، ويستعمل النوع الثانى من أعمدة الإدارة ذو السرعة ١٠٠٠ لفة/دقيقة وقطره ٣٥مم على الجرارات ذات مدى القدرة من ٤٥ إلى ٦٥ كيلو وات وغالباً ما يمكن تشغيل هذه الجرارات بإحدى السرعتين (٥٤٠ أو ١٠٠٠ لفة/دقيقة) ويمكن فى هذه الحالة الحصول على إحدى السرعتين بسهولة بواسطة تحريك ذراع يدوى للحصول على اى السرعتين وفى هذه الحالة يكون هناك عمودان إدارة يزود بهما الجرارا يتم تركيب أحداهما طبقاً للسرعة الخارجة، وبذلك يمكن استخدامه فى تشغيل عدد كبير من الآلات ويعرف هذا بعمود الإدارة المزدوج السرعة (شكل ٥-٥). اما النوع الثالث من أعمدة الإدارة فذات سرعة ١٠٠٠ لفة/ دقيقة وبقطر ٤٥مم ويستعمل هذا النوع على جرار ذات مدى قدرة يتراوح من ١١٠ إلى ١٩٠ كيلووات.



شكل (٥-٤) أعمدة الإدارة P.T.O



شكل (٥-٥): عمود الإدارة مزدوج السرعة

ويوضح جدول (٥-١) مواصفات أنواع أعمدة الإدارة طبقاً للمواصفات القياسية. مع ملاحظة ان فى جميع أنواع أعمدة الإدارة يكون اتجاه الدوران فى اتجاه عقارب الساعة Clock wise عند النظر فى اتجاه سير الجرار للإمام.

جدول (٥-١) خصائص أعمدة الإدارة

النوع Type	القطر مم Diameter (mm)	عدد المشقبيات No of Splints	السرعة r.p.m	اقصى قدرة على P.T.O عند السرعة المعتدلة للمحرك (كيلووات)
١	٣٥	٦	٥٤٠	٤٨
٢	٣٥	٢١	١٠٠٠	٩٢
٣	٤٠	٢٠	١٠٠٠	١٨٥

ثالثاً: طارة الإدارة Belt Pulley

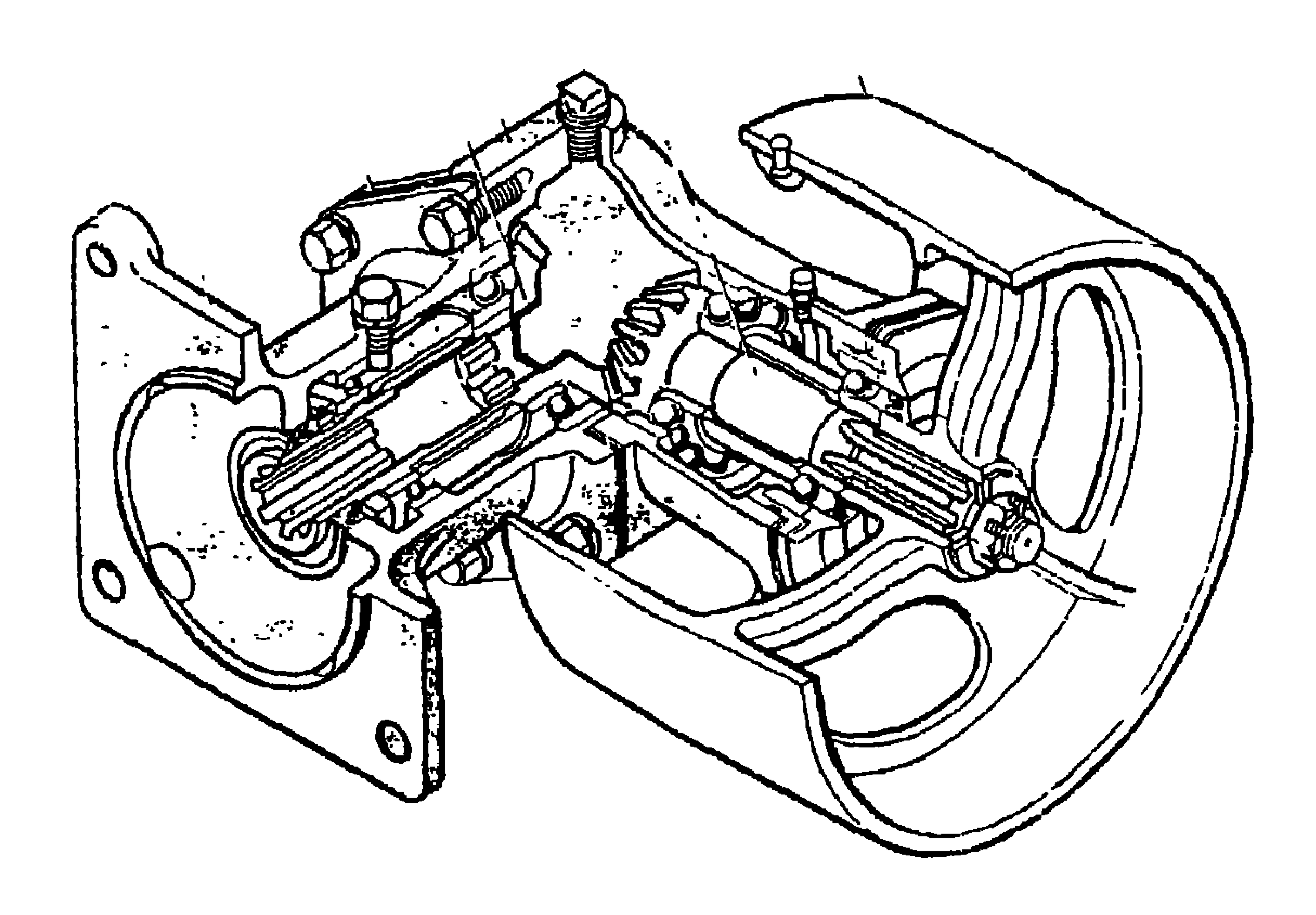
يمكن استخدام الجرار كمحطة ثابتة لتوليد القدرة وذلك باستخدام طارة الإدارة. وتستخدم طارة الإدارة لنقل القدرة إلى الآلات الثابتة بواسطة سير عريض مثال ذلك عند إدارة آلة الدراس الثابتة او طلمبة لرفع المياه أو آلة طحن الحبوب.

فى الجرارات ذات المحرك المثبت عرضياً. تقع طارة فى نهاية عمود المرفق وفى الجهة اليمنى من الجرار والجرارات ذات المحرك المثبت طولياً، تقع طارة الإدارة على الجانب الأيمن وتحتاج فى هذه الحالة إلى تروس لإدارتها. وحديثا توجد طارة ملحقة مع الجرار يتم إدارتها على عمود الإدارة PTO مباشرة. ويوضح شكل (٥-٦) طارة الإدارة Belt Pulley.

مزايا وعيوب استخدام طارة الإدارة

من مميزات نقل القدرة بالسيور بأنها تعتبر وسيلة سهلة وغير مكتملة لنقل الحركة ولها قابلية لتحمل الصدمات والأحمال المفاجئة الكبيرة ويمكن استخدامها إذا ما تباعدت المسافة بين مركزى محور الإدارة ومكان توصيل هذه

القدرة. وكذلك لا تحتاج إلى صيانة غير عادية ومناسبة للاستخدام مع الأحمال الكبيرة عند السرعات البطيئة. ومن عيوب استخدامها أنه يحدث فقد في القدرة بسبب انزلاق السير على الطارة وهذا ما يحتاج باستمرار إلى شد للسير بين الطارتين.



شكل (٥-٦): طارة الإدارة Belt Pulley

رابعاً: الجهاز الهيدروليكى Tractor Hydraulic System

يتكون الجهاز الهيدروليكى كما يوضح شكل (٥-٧) من الأجزاء التالية:

١- خزان الزيت Reservoir or Sump

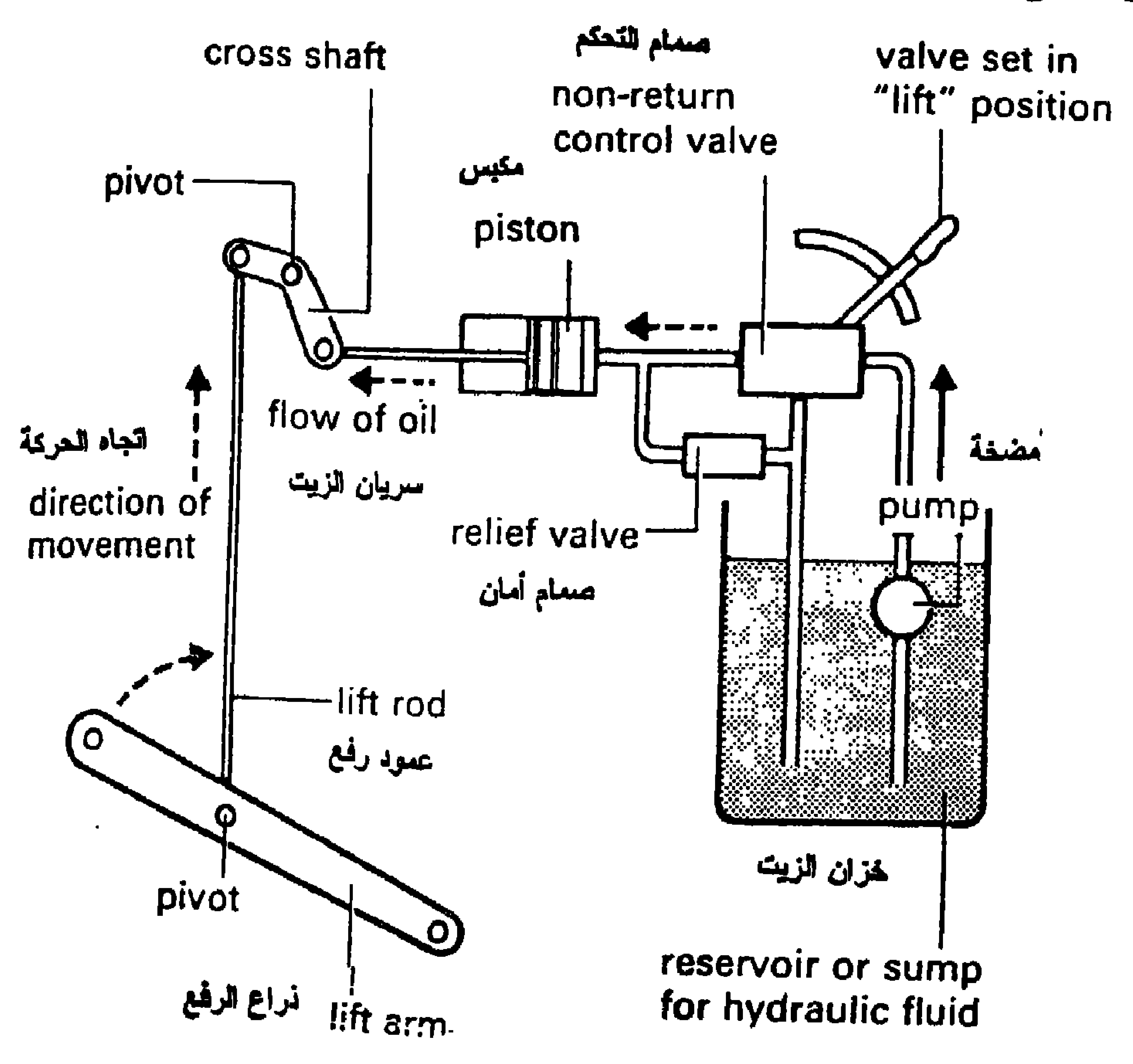
وهو وعاء ذى سعة كافية يحتوى على زيت ذى لزوجة منخفضة نسبياً

٢- مضخة لدفع الزيت Oil pump

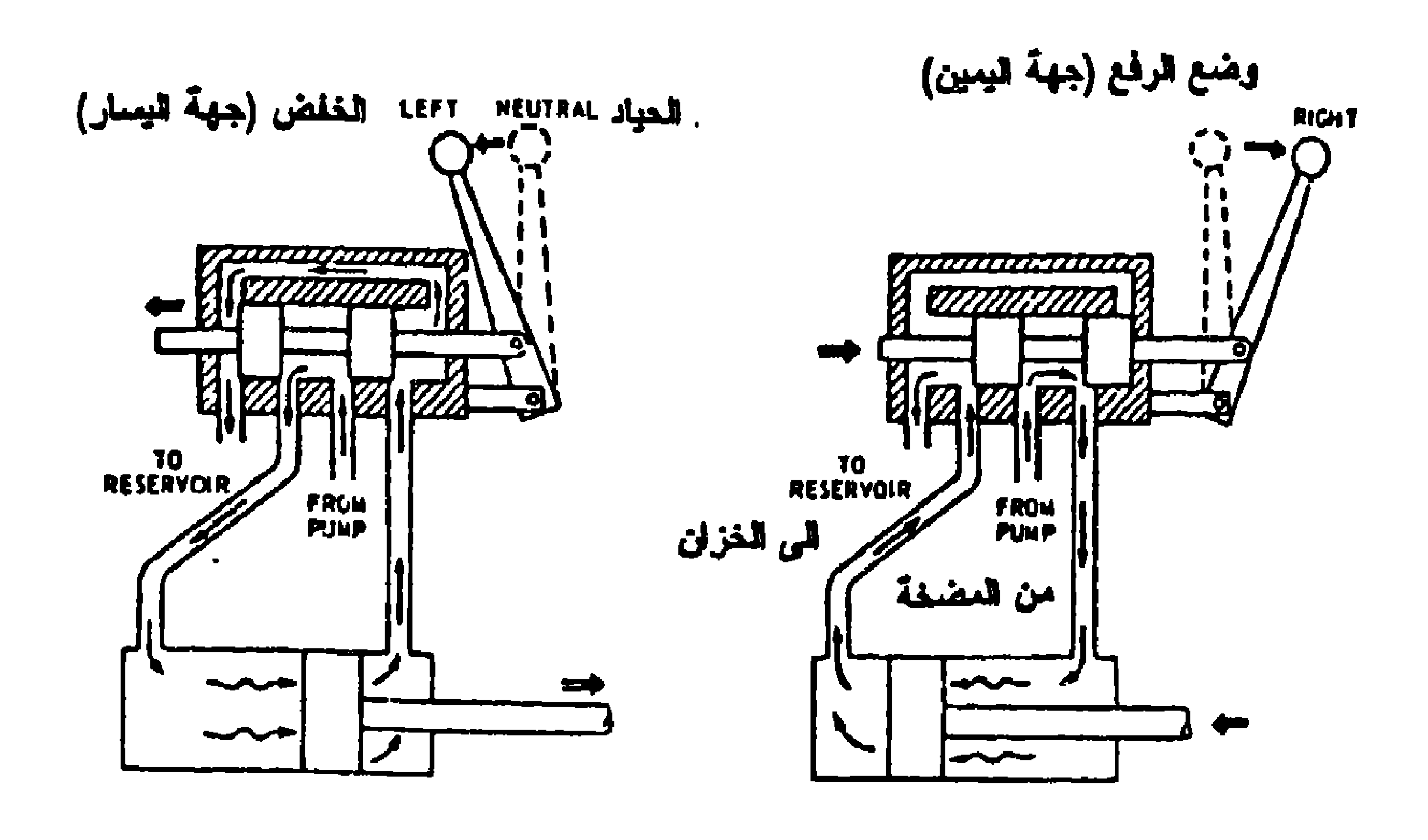
تقوم بدفع الزيت من الخزان إلى اسطوانة التشغيل.

٣- "صمام تحكم" Control Valve

هو صمام يتحكم فى اتجاه حركة الزيت القادم من المضخة حيث يتواجد به اربع فتحات، فتحتان متصلتان باسطوانة التشغيل وفتحة ثالثة متصلة بالمضخة وفتحة رابعة متصلة بالخزان. ويوضح شكل (٥-٨) صمام التحكم فى وضعى الرفع والخفض.



شكل (٥-٧): نموذج مبسط للجهاز الهيدروليكى



شكل (٥-٨): صمام التحكم

ويوضح شكل (٥-٩) الثلاثة أوضاع يمكن تحريك الصمام فى أى موضع منها بتحريك عصا فى متناول يد السائق موجودة بجواره وهى: وضع الرفع، وضع الحياد، ووضع الخفض. ففى وضع الرفع (شكل ٥-٩أ) يسمح الصمام للزيت المضغوط من الطلمبة بالمرور الى اسطوانة التشغيل لتحريك المكبس يميناً لرفع الآلة بواسطة مجموعة روافع بين الآلة والمكبس. وفى وضع الخفض(شكل٥-٩ب) يسمح الصمام للزيت بالرجوع من اسطوانة التشغيل الى الخزان فيتحرك المكبس يساراً ويؤدى ذلك الى إنزال الآلة. أما فى وضع الحياد (شكل٥-٩ج) فيسمح الصمام بمرور الزيت المضغوط من الطلمبة ليرجع ثانية الى الخزان ويمنع وصوله الى اسطوانة التشغيل. وتكون الاستجابة للرفع أو الخفض سريعة إذا ما دفعنا ذراع التحكم الى أقصى الأمام

او الى اقصى الخلف. ولكى تتم عملية رفع الآلة او خفضها ببطء يجب الاحتفاظ بوضع ذراع التحكم بين وضع الحياد والوضع الأمامى أو الخلفى. وكلما بعد ذراع التحكم عند وضع الحياد كلما كان التأثير سريعاً. وإذا ترك السائق ذراع التحكم فى هذه الحالة فإنه يعود الى وضع الحياد بطريقة آلية (أتوماتيكيا) ويتوقف التأثير.

٤- صمام أمان Relief Valve

يستخدم لوقاية الجهاز الهيدروليكى من حفظ الزيت الزائد عن الحد المقرر. ويوضع هذا الصمام عند مخرج الزيت من المضخة ويكون مقفولاً بصفة دائمة بفعل ضغط ياى مركبة عليها حتى إذا بلغ ضغط الزيت الخارج من المضخة أكثر من ١٢٥٪ من الضغط المصمم عليه الجهاز يفتح الصمام مسار لإرجاع الزيت إلى الخزان.

٥- فلتر Oil Filter

يعمل على حجز الشوائب والقطع المعدنية الصغيرة الداخلة إلى المضخة هو المسئول على تحديد عمر المضخة. ويستخدم فى بعض الجرارات فلتر يعمل على تنقيه الزيت قبل دخوله إلى الخزان بجانب فلتر لضخه

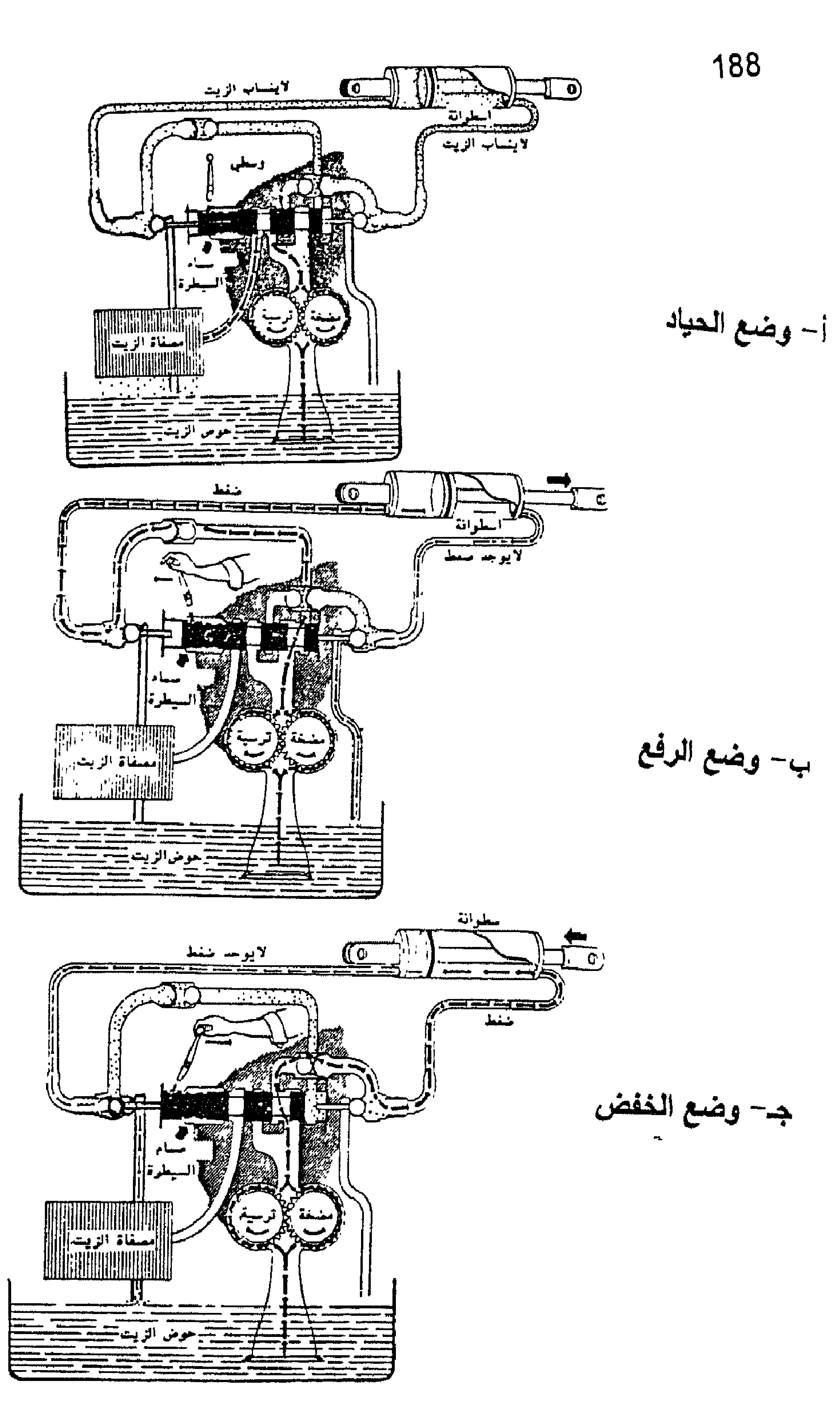
٦- اسطوانة التشغيل Piston

تحتوى الاسطوانة على مكبس يتصل بمجموعة روافع بالآلة. ويمكن تقسيم اسطوانات التشغيل إلى:

(أ) من حيث اتجاه التأثير على المكبس:

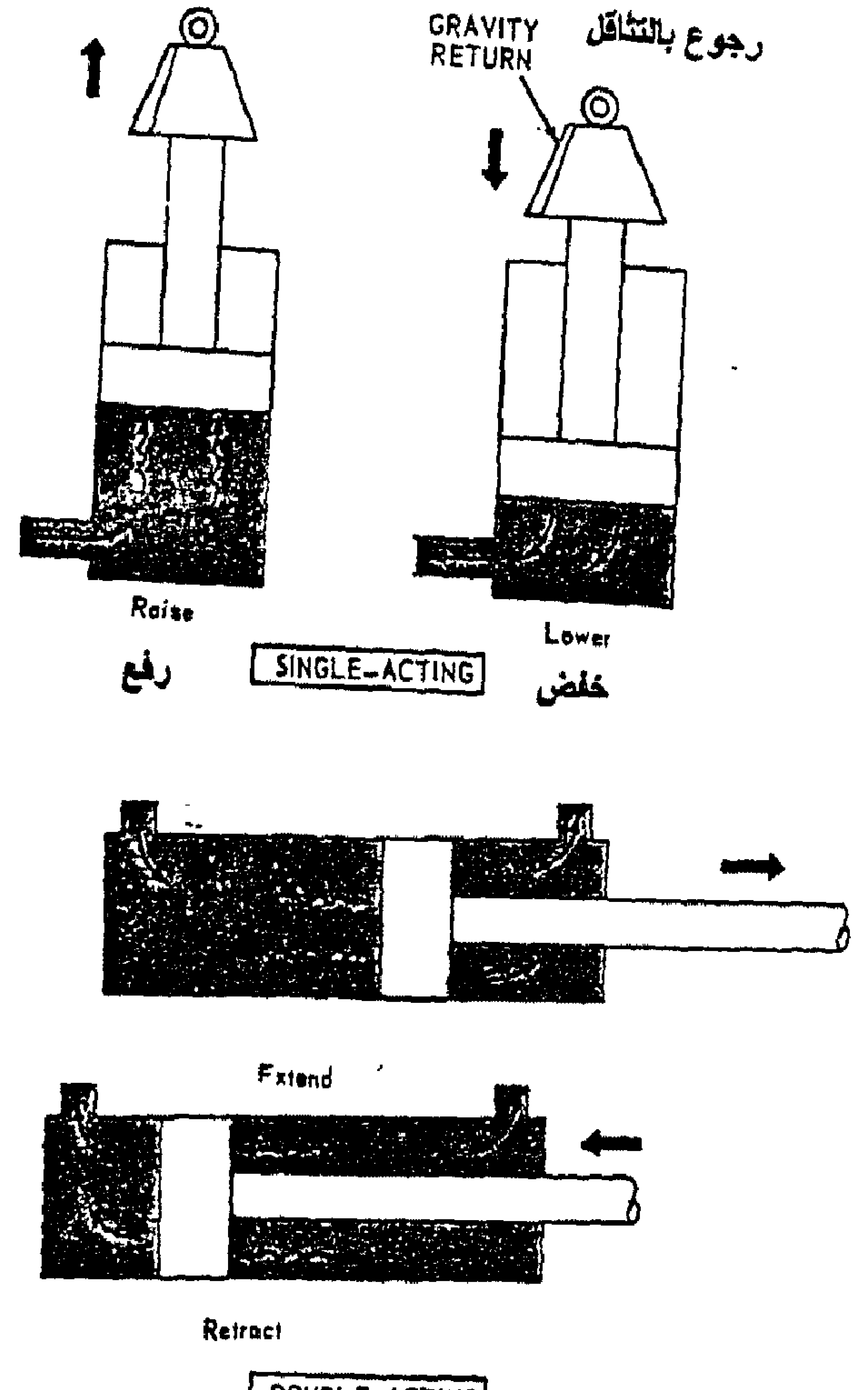
- فردية الفعل: حيث يتم التأثير بالقوة الهيدروليكية المتولدة على المكبس من اتجاه واحد فقط لرفع الآلة وعند السماح بتسرب الزيت تنزل الآلة بتأثير ثقلها (شكل ٥-١٠أ).

- زوجية الفعل: حيث يتم التأثير على المكبس فى اتجاهين مضادين، فعندما يصل الزيت المضغوط إلى احد سطحى المكبس تتولد القوة اللازمة لرفع الآلة والعكس عندما يصل الزيت المضغوط إلى الوجه الأخر تنزل الآلة (وضع الخفض شكل ٥-١٠ ب)

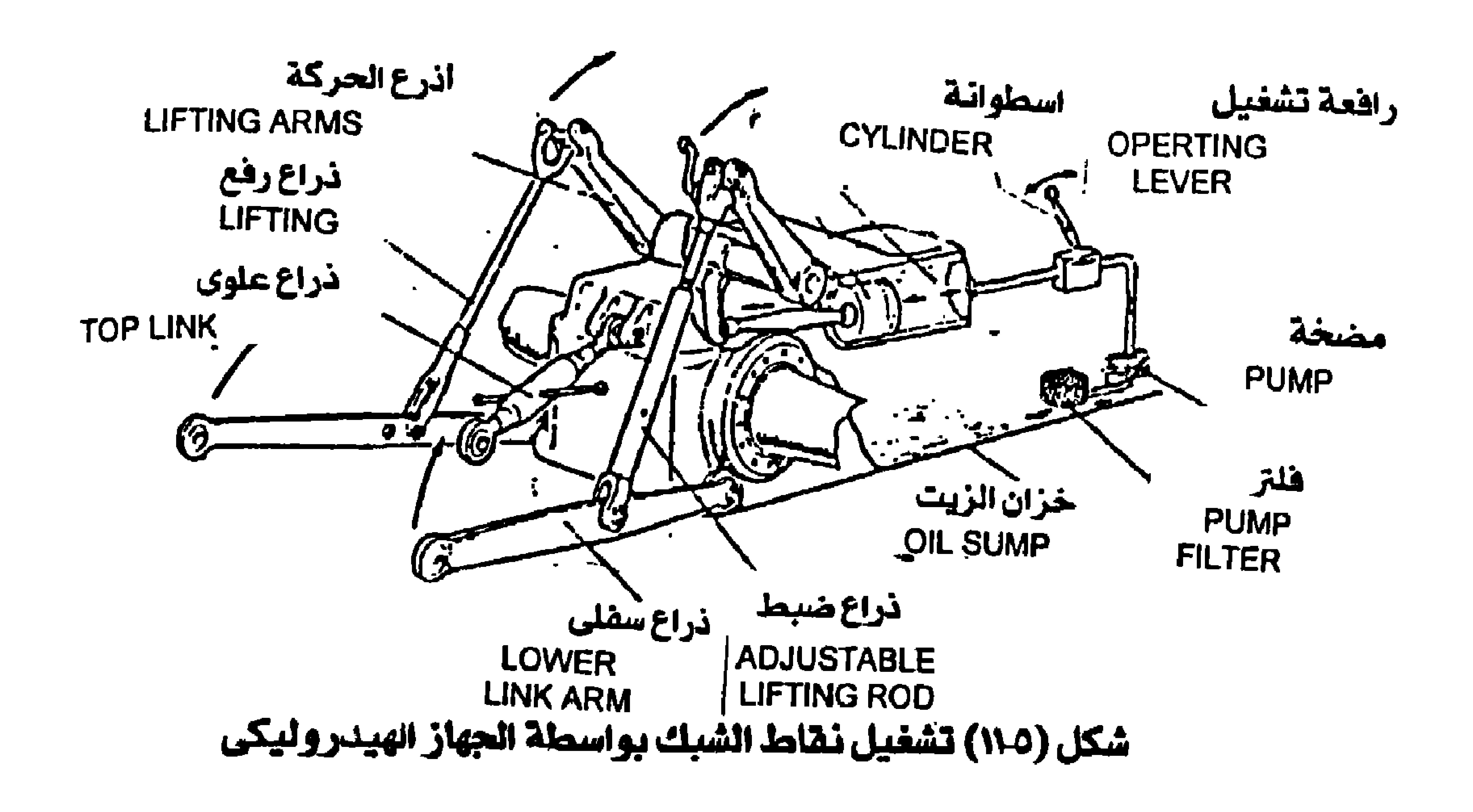


شكل (٥-٩): خط سير فى الزيت فى الأوضاع الثلاثة لصمام التحكم

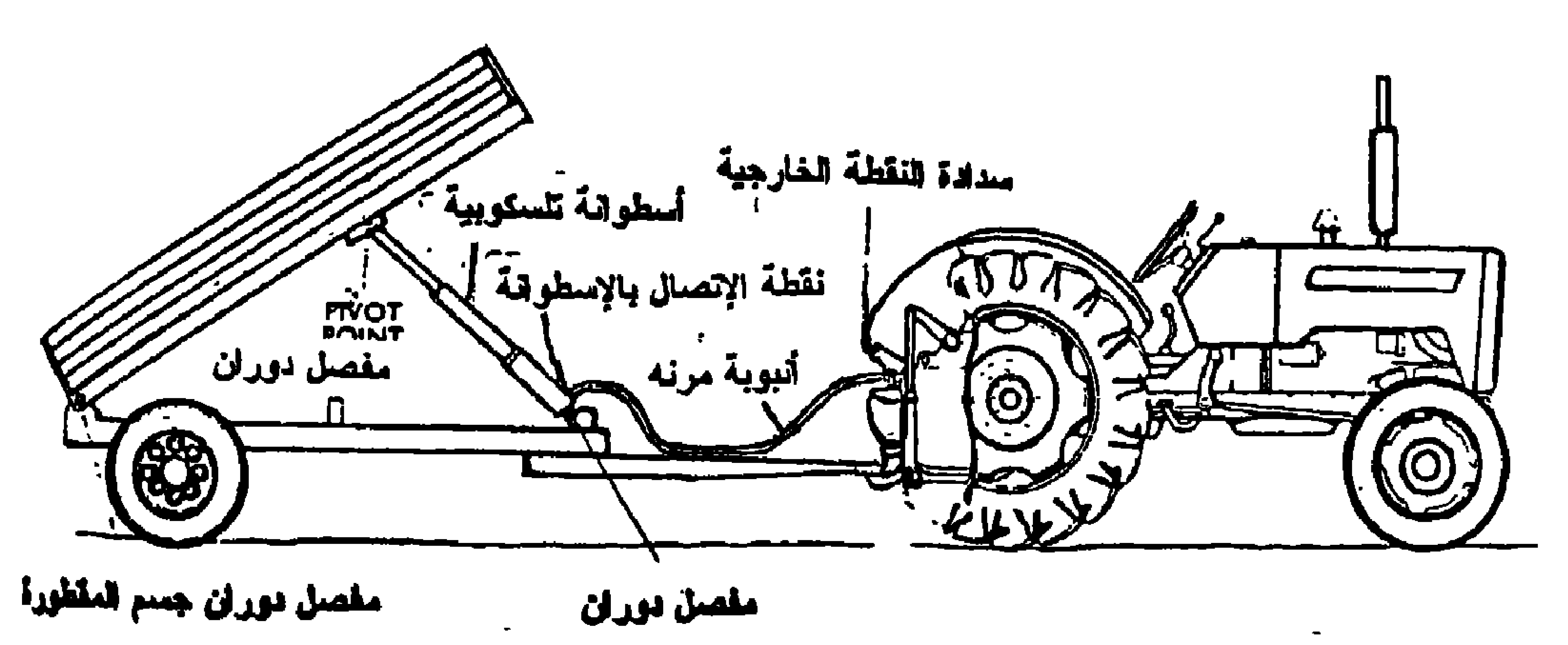
- داخل الجرار: حيث تكون الاسطوانة جزء من جسم الجرار متصلة بنقاط الشبك الثلاثة المستخدمة لشبك وتشغيل الآلات الزراعية كما يوضح شكل (٥-١١).
- منفصلة عن الجرار: حيث تكون الاسطوانة خارجية منفصلة عن الجرار ويتم توصيلها بالجرار عن طريق خراطيم تصل أجزاء الجهاز الهيدروليكى الباقية فى الجرار إلى اسطوانة التشغيل ويوضح شكل (٥-١٢) نموذج لاسطوانة التشغيل المنفصلة عن الجرار حيث توجد على مقطورة زراعية ويتم التحكم فيها عن بعد.



شكل (٥-١٠) اسطوانات التشغيل (فردية الفعل وزوجية الفعل)



شكل (٥-١١) تشغيل نقاط الشبك بواسطة الجهاز الهيدروليكى



شكل (٥-١٢) اسطوانة التشغيل مثبتة على مقطورة الجرار يتم التحكم فيها عن بعد

الباب السادس



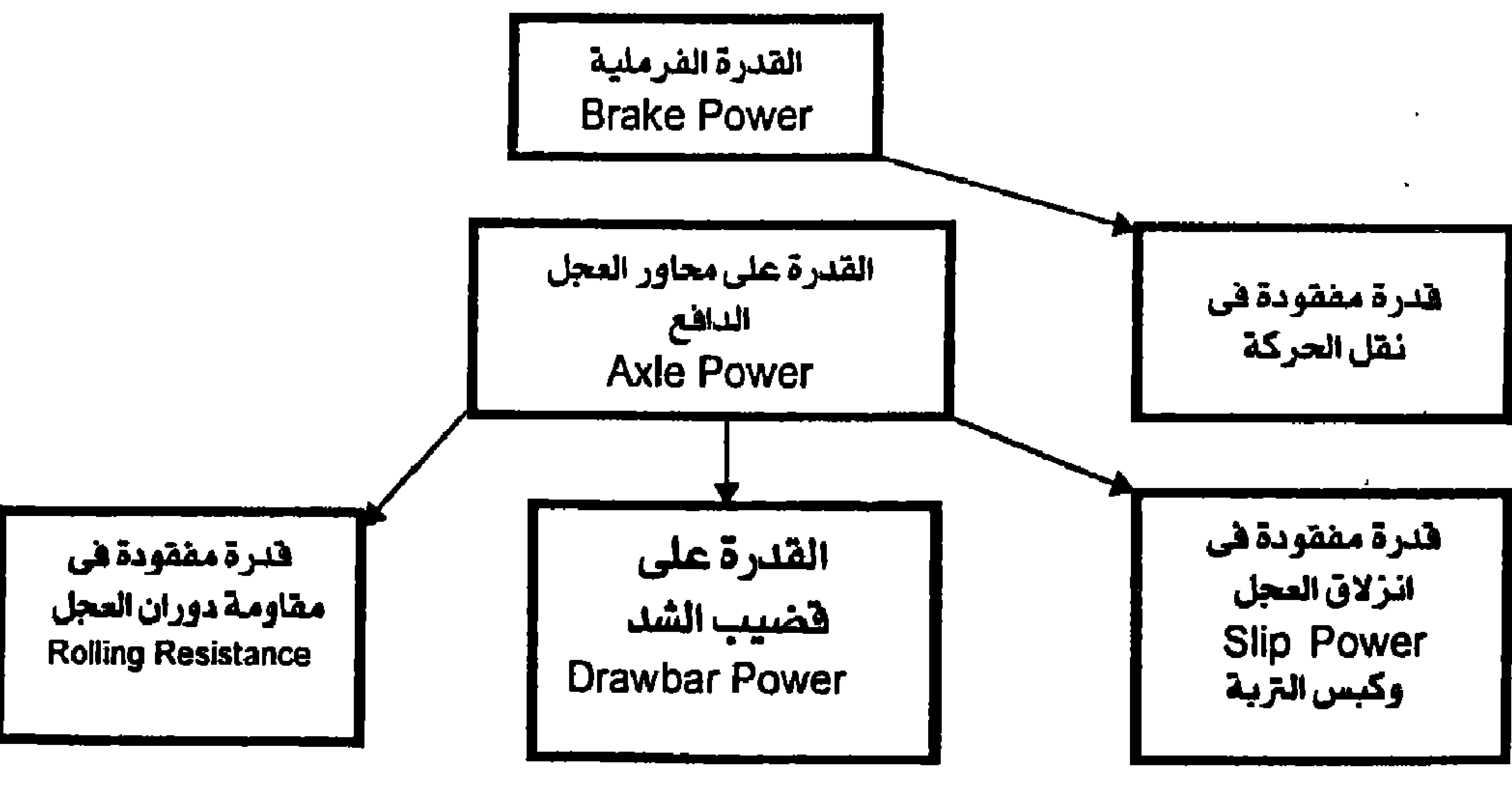
Traction Performance

الباب السادس

أداء الشـــــــد

Traction Performance

يستخدم الجـرار أساسا لإدارة وتشغيل الآلات الزراعيـة عـن طريـق احـدى مصادر استغلال القدرة الموجودة فيه. اكثر هذه المصادر استخداما هو قضيب الشد، ويعتبر قضيب الشد أقل هذه المصادر كفاءة نظراً لاعتماده على التفاعـل بـين العجـل والتربـة. وكمـا يتضـح مـن خريطـة سـريان القـدرة مـن المحـرك الى قضـيب الشـد الموضحة فى شكل(٦ -١) حيث نجد أن القدرة الفرملية المـأخوذة علـى عمـود الكرنـك تنقل خلال أجهزة نقل القدرة (القابض - صندوق السرعات - الجهاز الفرقـى - جهاز النقل النهائى) إلى أن تصل إلى محورى العجل الدافع فـى الجـرار ٤ × ٢ والعجـل الخلفـى والامامى فى الجرار ٤ × ٤ وعليه يفقد جزء من القدرة الفرملية نتيجة نقـل الحركـة وتسـمى القـــدرة الواصـــلة إلى محـــور العجـــل الدافعـــة بالقـــدرة علـــى المحـــاور Axle Horse -Power هـذه القـدرة تكـون فـى صـورة عـزم دوران علـى العجـل لـدفع الجرار إلى الأمام عن طريق قوة دافعة عند تلامس العجل على الأرض.



شكل (٦-١): خريطة سريان القدرة من المحرك إلى قضيب الشد

كفاءة الشد الكلية = كفاءة نقل الحركة × كفاءة الشد

$$\eta_{ttr} = \eta_{tr} \ \eta_t$$

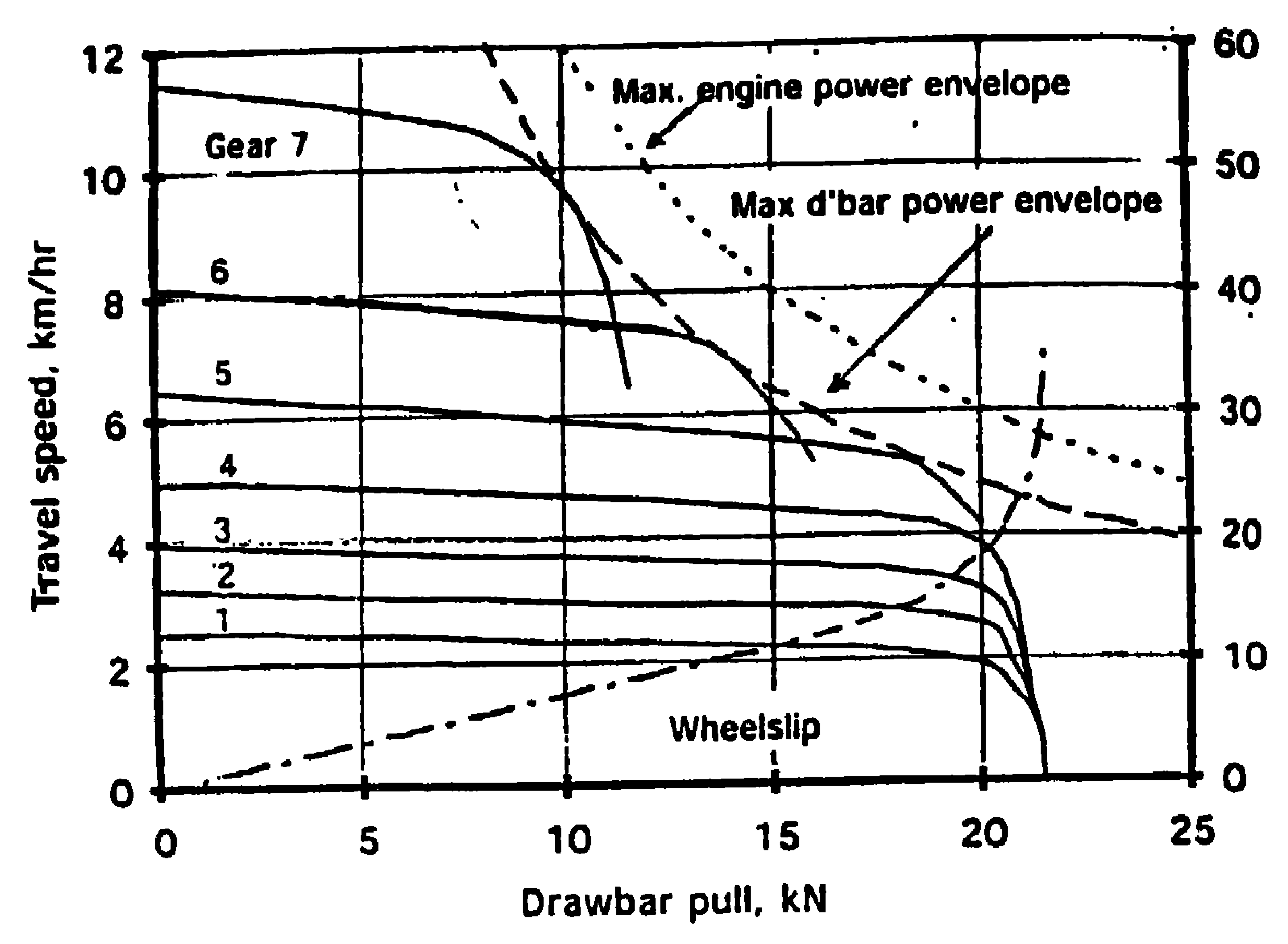
كفاءة نقل الحركة (التوصيل) (η_{tr}) Transmission Efficiency هى النسبة بين القدرة على محور العجل إلى القدرة الفرملية.

كفاءة نقل (توصيل) الحركة = القدرة على محاور العجل / القدرة الفرملية

$$\eta_{tr} = \frac{Axle\,Power\,(AP)}{Brake\,Power\,(BP)}$$

القدرة على قضيب الشد DRAWBAR POWER

تعرف القوة اللازمة لشد آلة معينة فى اتجاه حركة الجرار بقوة الشد Pull Force. وأحيانا يكون الخط الواصل بين الشبك على الجرار والآلة ليس موازيا لاتجاه الحركة ولذلك يمكن تحليل هذه القوة المائلة إلى قويتين إحداهما فى اتجاه الحركة والأخرى عمودية. وقوى الشد احد العوامل التى تؤثر على إتزان الجرار ولذلك يفضل أن تكون نقطة الشد على الجرار منخفضة أى قريبة من سطح الأرض لتقليل طول ذراع العزم لتلك القوة. وسرعة الجرار أثناء شد هذه القوة تعتمد على قيمة القوة لأن قدرة الجرار ثابتة. فإذا كانت القوة اللازمة للشد كبيرة فيجب تخفيض السرعة. ويلاحظ أن السرعات المنخفضة يمكن للجرار أن يشد قوة كبيرة ولكن القدرة المستغلة منه قليلة وهذا بعكس السرعات العالية فإن أقصى قدرة تكون كبيرة بينما فى هذه الحالة تكون قوى الشد صغيرة. فاذا حمل الجرار بقوة شد كبيرة على سرعة عالية فإن المحرك يتوقف عن الحركة ويلاحظ دخان أسود كثيف من ماسورة العادم وفى هذه الحالة يجب التشغيل عند سرعات ابطأ.ويوضح الشكل (٦-٣)العلاقة بين قوة الشد والسرعة الأمامية ويلاحظ من الشكل أن:



شكل (٦-٢) العلاقة بين قوة الشد والسرعة الامامية عند السرعات المختلفة

- قيمة السرعة الأمامية تعتمد على نسبة التخفيض إذا كان قوة الشد = صفر
- تقل السرعة الأمامية كلما زادت قوة الشد حيث تقل سرعة المحرك وتزداد نسبة الانزلاق.
- عند السرعات العالية يعمل محرك الجرار عند أقصى عزم للمحرك وبالتالى بزيادة قوة الشد عن حد معين يتوقف محرك الجرار تماماً.
- عند السرعات المنخفضة تبقى السرعة ثابتة تقريبا إلى حد ما كلما زادت قوة الشد وأى تغير فى السرعة يعتمد فقط على نسبة الانزلاق.
- ويمكن توقيع منحنى أقصى قدرة على قضيب الشد Max. drawbar power envelope ويمكن كذلك توقيع منحنى أقصى قدرة للمحرك Max. engine power envelope كما يوضح شكل (٦-٢) .

معامل الشد Coefficient of Traction

اقصى قوة شد يمكن استغلالها من الجرار تعتمد على نوع التربة والوزن الواقع على العجل الدافع والعناصر التصميمية للجرار ويجب ألا يؤثر على اتزان الجرار. وتعرف النسبة بين قوة الشد الأفقية إلى الوزن الواقع على العجل الدافع بمعامل الشد Coefficient of Traction

معامل الشد = قوة الشد الأفقية / الوزن الواقع على العجل الدافع

$$COT = \frac{P}{W}$$

وتتراوح قيم معامل الشد ما بين ٠,٣٥ للأراضي المفككة إلى ٠,٦٥ للأرض الخرسانية ويوضح جدول (٦-١) قيمة معامل الشد طبقا للنوع التربة والجرار.

جدول (٦-١) قيمة معامل الشد

نوع التربة	معامل الشد	
	جرار كتينة	جرار كاوتشوك
طريق خرسانى	٠,٩٥	٠,٦٥
تربة طين متماسكة	٠,٨٠ — ٠,٩٥	٠,٥٥
تربة رملية طينية	٠,٦٥	٠,٥٠
تربة رملية	٠,٦٥	٠,٣٥
أرض منزرعة	٠,٦٠	٠,٣٠

وتحسب القدرة على قضيب الشد (Drawbar Power) من العلاقة الآتية:

القدرة على قضيب الشد = قوة الشد الأفقية × السرعة الأمامية

$$DP = P \times V$$

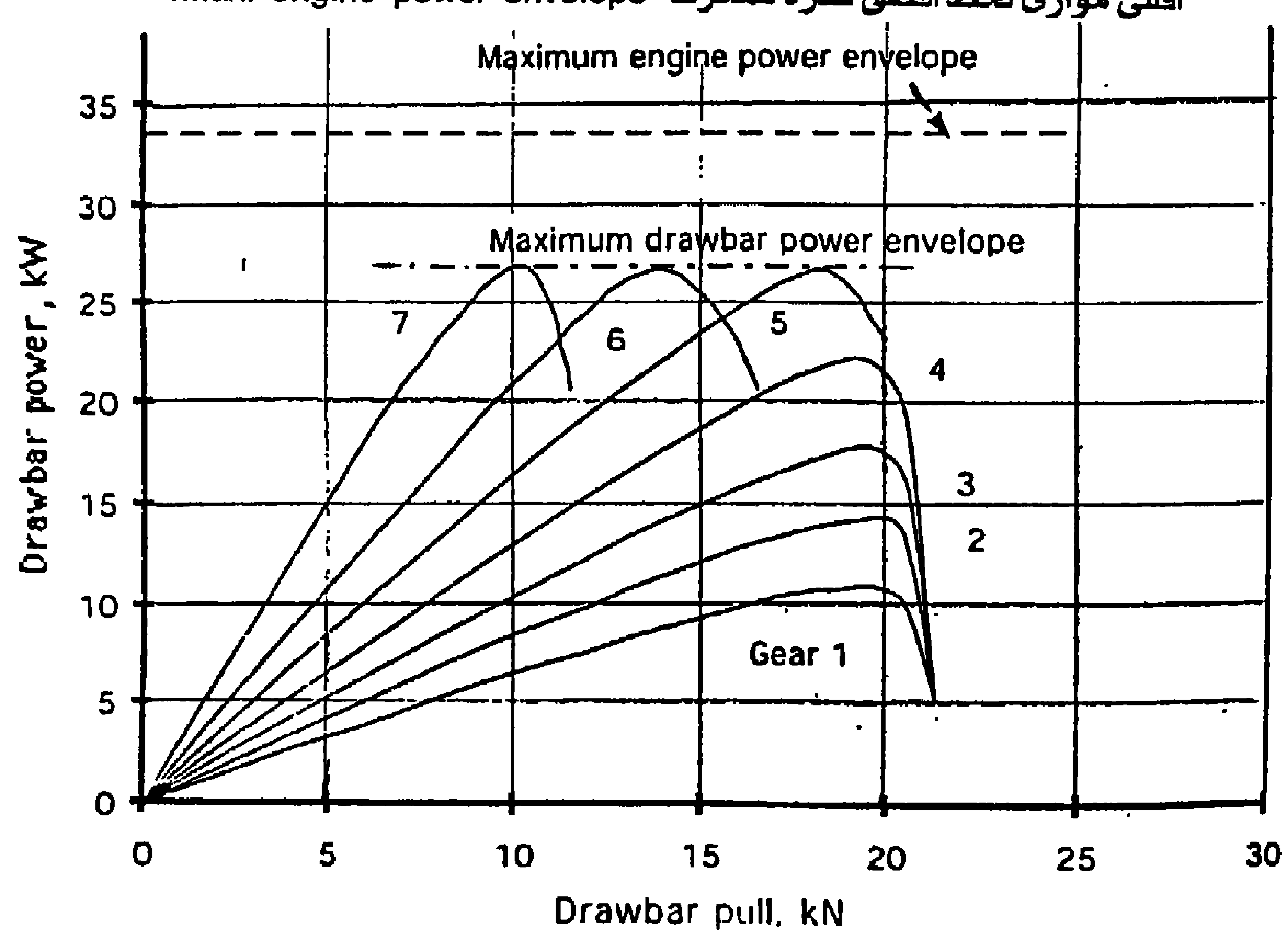
حيث DP : القدرة على قضيب الشد (ك. وات kW)

P : قوة الشد الأفقية (ك.نيوتن k.N)

V : السرعة الأمامية للجرار (متر/ث m/sec).

برسم العلاقة بين قوة الشد والقدرة على قضيب الشد للسرعات المختلفة كما يوضحها شكل (٦-٣) نلاحظ من الشكل الاتى:

- عندما تكون قوة الشد تساوى صفر تكون القدرة على قضيب الشد تساوى صفراً أيضاً
- عند السرعات العالية تكون أقصى قدرة على قضيب الشد تكون قريبة من أقصى قدرة للمحرك.
- عند السرعات المنخفضة لا تصل القدرة على قضيب الشد إلى أقصى قدرة للمحرك.
- خط أقصى قدرة على قضيب الشد Max. drawbar power envelope هو الخط المماس لقمم المنحنيات خصوصاً فى السرعات العالية وهو فى الغالب خط أفقى موازى لخط أقصى قدرة للمحرك Max. engine power envelope.



شكل (٦-٣): العلاقة بين القدرة على قضيب الشد وقوة الشد لجميع السرعات المتاحة

الانزلاق Slippage

أثناء حركة الجرار تتولد قوة دافعة عند تلامس العجلة مع الأرض. ولتحريك الجرار إلى الأمام ولتوليد القوة الدفعة يجب أن يدفع العجل التربة إلى الخلف أى أنه يحدث تحريك للتربة خلف العجلة مما يجعل العجلة تتحرك على الأرض لتقطع مسافة أقل من محيطها الحقيقى وينتج عن ذلك تخفيض فى سرعة الجرار. ويعرف النقص فى المسافة التى تقطعها العجلة بالانزلاق. ويمكن حساب نسبة الانزلاق بوضع علامة على عجلة الجرار الخلفية ثم حساب المسافة والزمن التى يقطعها الجرار لعدة من اللفات (عشرة لفات مثلا) من العجلة ثم تكرر هذه التجربة بعد تحميل الجرار بحمل معين وبذلك يمكن حساب نسبة الانزلاق كالآتى:

نسبة الانزلاق = (المسافة التى يقطعها الجرار بدون حمل − المسافة التى يقطعها الجرار بحمل) / المسافة التى يقطعها الجرار بدون حمل

$$S = \frac{L_o - L}{L_o} \times 100$$

حيث S : نسبة الانزلاق

L_o : المسافة التى يقطعها الجرار بدون حمل

L : المسافة التى يقطعها الجرار بحمل

وبفرض ثابت سرعة المحرك

$$S = \frac{V_o - V}{V_o} \times 100$$

$$S = (1 - \frac{V}{V_o}) \times 100$$

حيث S : نسبة الانزلاق

V_o : السرعة بدون حمل

V : السرعة بالحمل

يتضح مما سبق أن هناك سرعة مفقودة فى الانـزلاق نتيجة لوجود قـوى الشـد (حمـل) وبالتـالى هنـاك قـدرة تفقـد نتيجـة لهـذا الانـزلاق (كيلـو وات) تعـرف بالقدرة المفقودة فى الأنزلاق (S. Power) وهى تساوى:

القدرة المفقودة فى الانزلاق

= قوة الشد الأفقية (السرعة بدون حمل -السرعة بالحمل)

$$SP = P(V_o - V)$$

حيث : V_o : السرعة بدون حمل (متر/ث m/sec)

V : السرعة بالحمل (متر/ث m/sec)

P : قوة الشد الأفقية (ك. نيوتن kN)

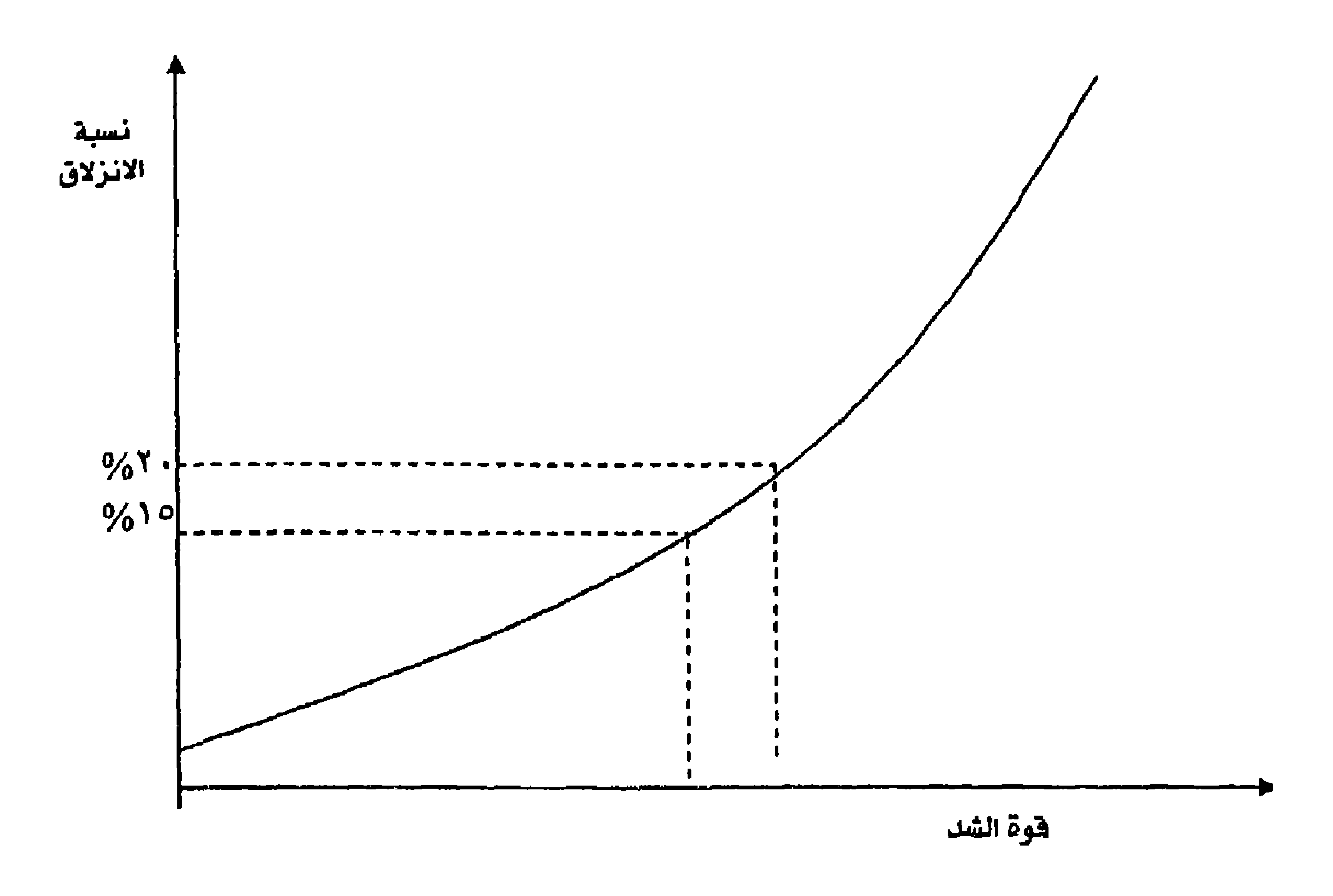
SP : القدرة المفقودة فى الانزلاق (كيلووات kW)

ويوضح شكل (٦-٤) العلاقة بين نسبة الانـزلاق وقـوة الشـد (الحمـل) لجـرار معين فالمنحنى يبدأ تقريبا من نقطة أعلى صفر (انزلاق عند عدم التحمـل لأن وزن الجرار نفسه يؤدى إلى نسبة انزلاق صغيرة) تزداد نسبة الانزلاق تـدريجيا مـع زيـادة قوة الشد إلى أن تصل تقريبا إلى ٢٠٪. ثم تزداد نسبة الانـزلاق بعد ذلـك زيـادة كـبيرة بزيادة الحمل بعد هذه المرحلة بالرغم من الزيادة الطفيفة فى قوة الشـد ولا يفضـل تشغيل الجرار على الأحمال التى تعطى نسبة انزلاق ٢٠٪ أو أكثر وينصـح أن لا يزيـد قـوى الشـد فـى الجـرار عـن القـوى التـى تعطـى ١٥٪ نسـبة انـزلاق. حيـث أن النسـبة الكبيرة من الانزلاق تؤدى إلى فقد فى القدرة علاوة على تآكل العجل الكاوتشوك.

العوامل التى تؤثر على نسبة الانزلاق:

١- الوزن الواقع على العجل الدافع

فبزيادة الوزن يزداد تماسك العجلة بالارض مما يقلل من تحرك التربة للخلف بالتالى تقل نسبة الانزلاق.



شكل (٤-٦): علاقة نسبة الانزلاق مع قوة الشد

مقاومة الدوران (التدحرج) Rolling Resistance

وهذه القوة تكون عند نقط تلامس العجل مع الارض وهى تمثل قوى احتكاك لدوران العجل على الأرض. ويكون اتجاه القوى فى عكس اتجاه حركة الجرار. والعوامل التى تؤثر على مقاومة الدوران هى:

١- **الوزن الواقع على العجلة:** تزداد مقاومة الدوران بزيادة الثقل الواقع على العجل.

٢- **نوع التربة:** فى الأراضى المفككة تكون فرصة غطس أو اختراق العجلة للتربة أكبر وبالتالى تزداد مقاومتها للدوران وبذلك يفضل فى الأراضى المحروثة تخفيض الضغط داخل العجل حتى لا يكون هناك إختراق كبير للعجل فى التربة وترتفع مقاومة الدوران.

٣- ضغط العجل: الضغط المنخفض ينتج عنه مساحة تلامس أكبر منه عند الضغط العالى ويؤدى ذلك إلى زيادة فى مقاومة الدوران.

٤- مقاس العجل: العجل الكاوتشوك ذو القطر الكبير وتكون مقاومته للدوران اقل من العجل ذو القطر الصغير حيث أن أختراق العجلة يزداد كلما صغر قطرها.

وتحسب مقاومة الدوران كالآتى:

مقاومة الدوران = معامل مقاومة الدوران × الوزن الواقع على العجل

$$RR = C_{rr} \times W$$

حيث RR: مقاومة الدوران على العجل (ك. نيوتن kN)

C_{rr} : معامل مقاومة الدوران (-)

W : الوزن الواقع على العجل (ك. نيوتن kN)

مجموعة مقاومة الدوران الكلية

= مقاومة الدوران على العجل الأمامى + مقاومة الدوران على العجل الخلفى

$$RR_t = RR_f + RR_r$$

RR_t مجموعة مقاومة الدوران الكلية

RR_f مقاومة الدوران على العجل الأمامى

RR_r مقاومة الدوران على العجل الخلفى

وعلى ذلك فان مجموع مقاومة الدوران تساوى:

$$RR_t = C_{rrf} \times W_f + C_{rrr} \times W_r$$

حيث :

C_{rrf} معامل مقاومة الدوران العجل الأمامى Front tire

C_{rrr} معامل مقاومة الدوران للعجل الخلفى Rear tire

W_f الوزن الواقع على العجل الأمامى

W_r الوزن الواقع على العجل الخلفى

وتقدير القدرة المفقودة فى مقاومة الدوران (ك. وات kW)

$$R.R\,Power = R.R \times Va$$

حيث:

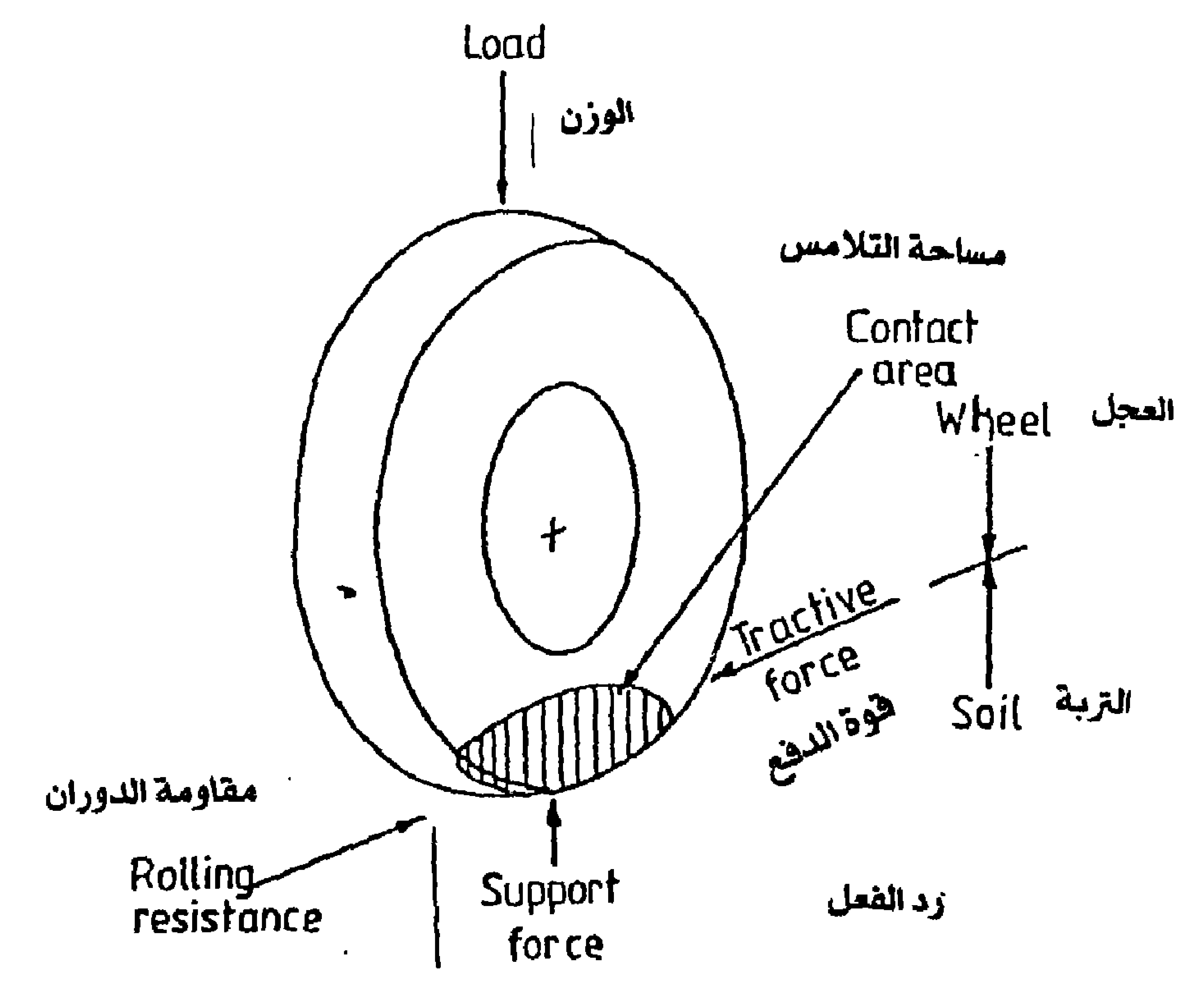
R.R. Power القدرة المفقودة فى مقاومة الدوران (ك وات kW)

R.R. مجموع مقاومة الدوران (ك. نيوتن kN)

Va السرعة الأمامية للجرار (متر/ثانية m/sec)

قوة الدفع Thrust Force

القدرة المنقولة إلى محور العجل الخلفى تكون فى صورة عزم كبير لدوران العجلة. فتضغط العجلة التربة إلى الخلف وينتج عن ذلك رد فعل من التربة مضاد من الأرض عند نقطة التلامس لدفع الجرار إلى الأمام. نتيجة لوزن الجرار الذى يؤثر العجل فيحدث اختراق بالبروزات الموجودة على سطح الكاوتشوك فى التربة ويحدث كبس للتربة عند نقط التلامس (شكل ٦-٥)، والمفروض أن قوة دفع الجرار للأمام يجب أن تتغلب على مجموع المقاومات التى عكس اتجاه الحركة زائد مقاومات الدوران على العجل الأمامى والخلفى والموجود نتيجة للوزن الواقع عليها من الجرار وقوة الشد على قضيب الشد وأى مركبة أفقية تنتج عن الوزن وموازية لعكس اتجاه الحركة (وهذه تحدث عند صعود الجرار لأرض تميل على المستوى الافقى) وهناك حدود قصوى تحدد مقدار الدفع على العجل تعتمد اساسا على الوزن ثم مساحة التلامس ونوع التربة. وعلى ذلك نجد أن القوة الدافعة يجب أن تساوى مجموع مقاومات دوران العجل الأمامى والعجل الخلفى مضاف إليهم مركبة قوة الشد الأفقية على قضيب الشد وأى مركبة أخرى تكون ضد اتجاه حركة الجرار.



شكل(٦-٥): التفاعل بين العجل والتربة

- تحليل كفاءة الشد (η_t) **Tractive Efficiency:**

سبق وان عرفنا كفاءة الشد بأنه النسبة بين القدرة على قضيب الشد Drawbar powerإلى القدرة على محور العجل Axle power.

$$\text{كفاءة الشد} = \frac{\text{القدرة على قضيب الشد}}{\text{القدرة على محاور العجل}}$$

$$\eta_t = \frac{Drawbar\,Power\,(DP)}{Axle\,Power\,(AP)}$$

$$\eta_t = \frac{P.V}{T.V_o}$$

$$\because P = T - RR$$

$$\eta_t = \frac{T - RR}{T}\left(\frac{V}{Vo}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{RR}{T}\right)(1 - S)$$

حيث :

P قوة الشد الأفقية (ك. نيوتن kN)

T قوة الدفع على المحور الدافع (ك. نيوتن kN)

RR مجموع مقاومة الدوران (ك. نيوتن kN)

Va السرعة الأمامية للجرار (متر/ثانية m/sec)

V_o السرعة بدون حمل (متر/ثانية m/sec)

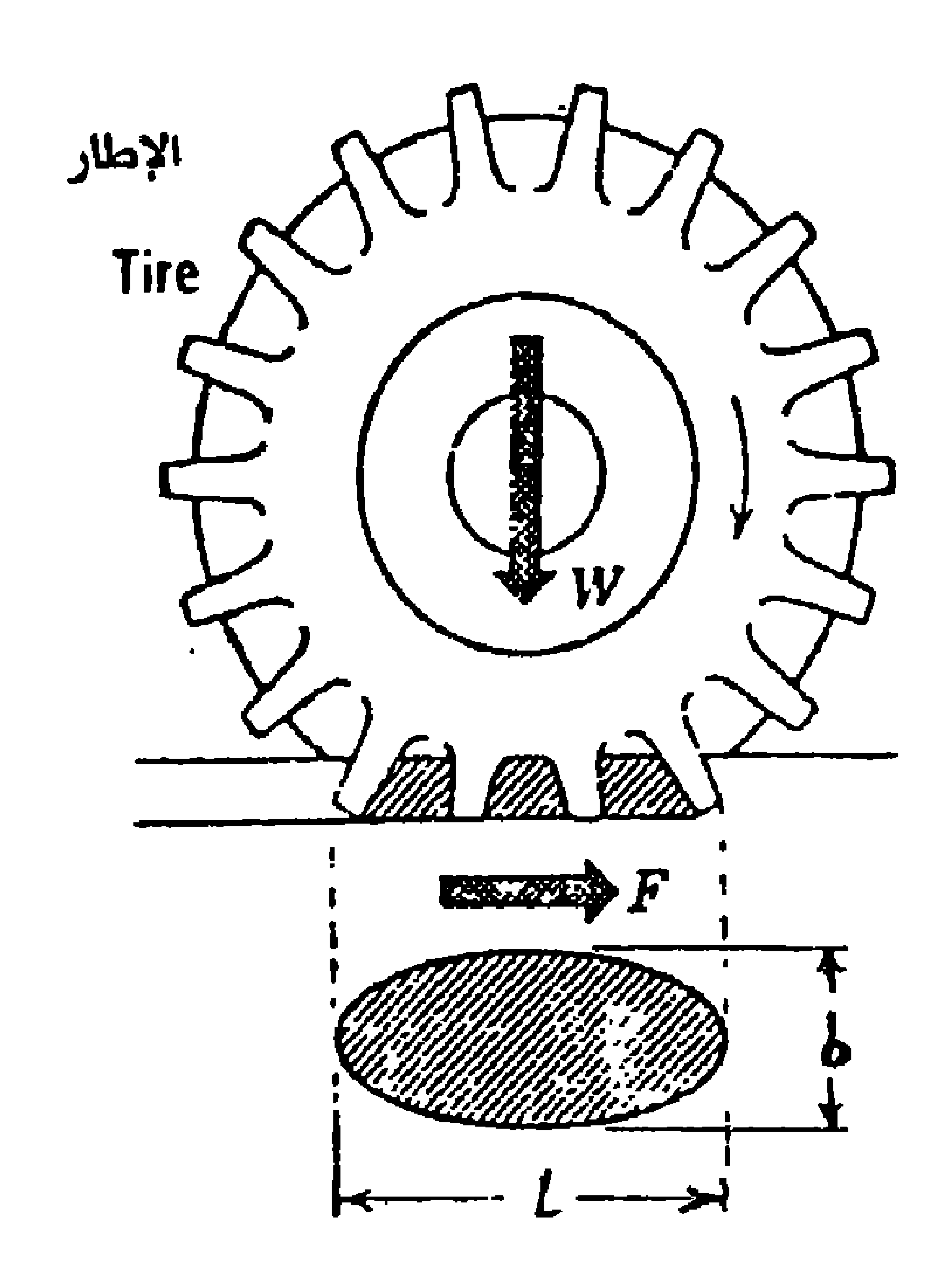
S نسبة الانزلاق (-)

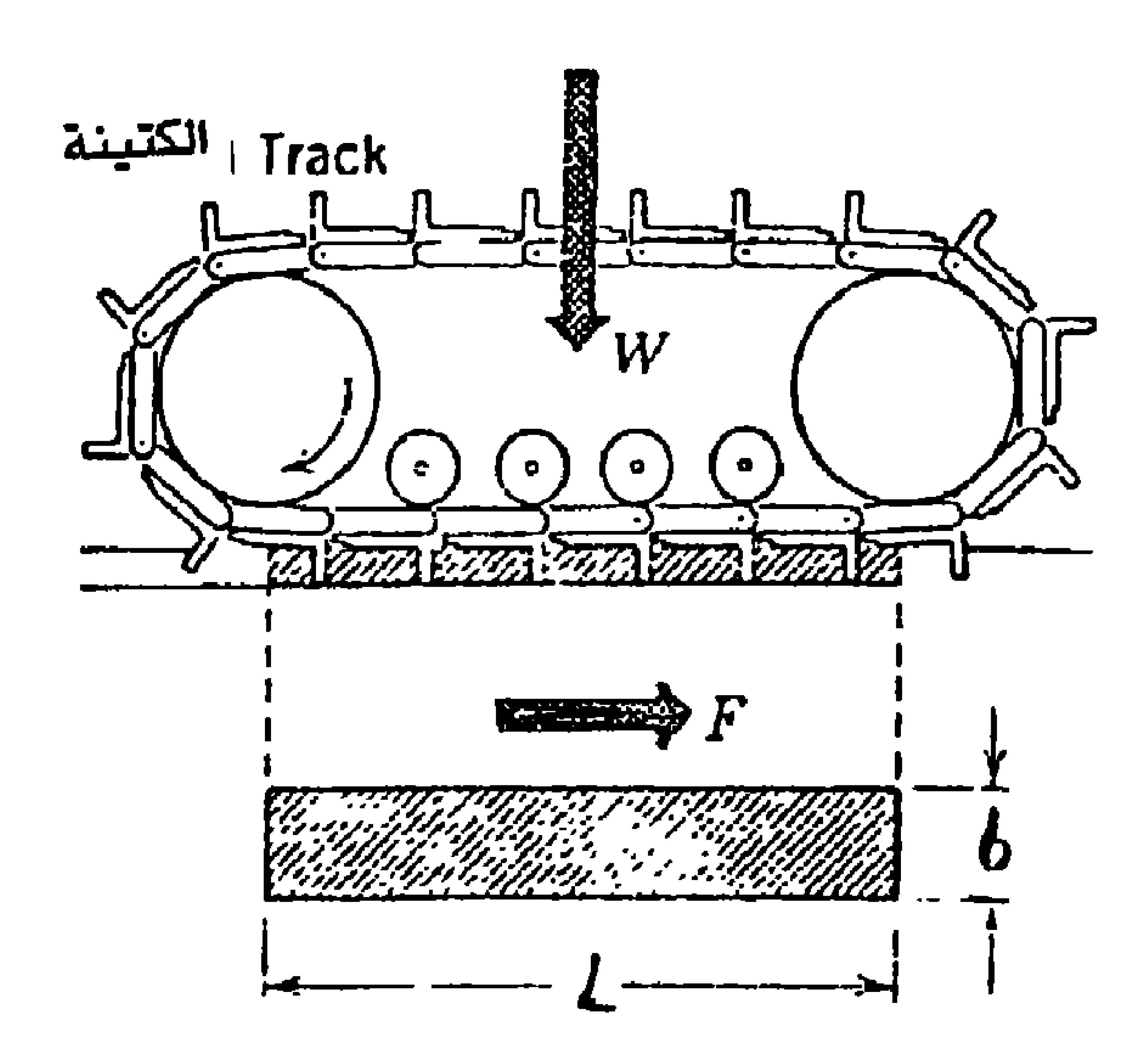
ويلاحظ من التحليل السابق أن كفاءة الشد هى حاصل ضرب معاملين الأول يعتمد على القوى $(1-\frac{RR}{T})$ والثانى يعتمد على السرعة (1-S) ولرفع قيمة كفاءة الشد يقلل نسبة الانزلاق ويقلل مقاومة الدوران وهى عليه صعبة لا يمكن التوافق بينهما فعلى سبيل المثال بزيادة الوزن على العجل يقل الانزلاق ويحدث زيادة فى مقاومة الدوران.

مساحة التلامس العجل مع التربة ground contact area

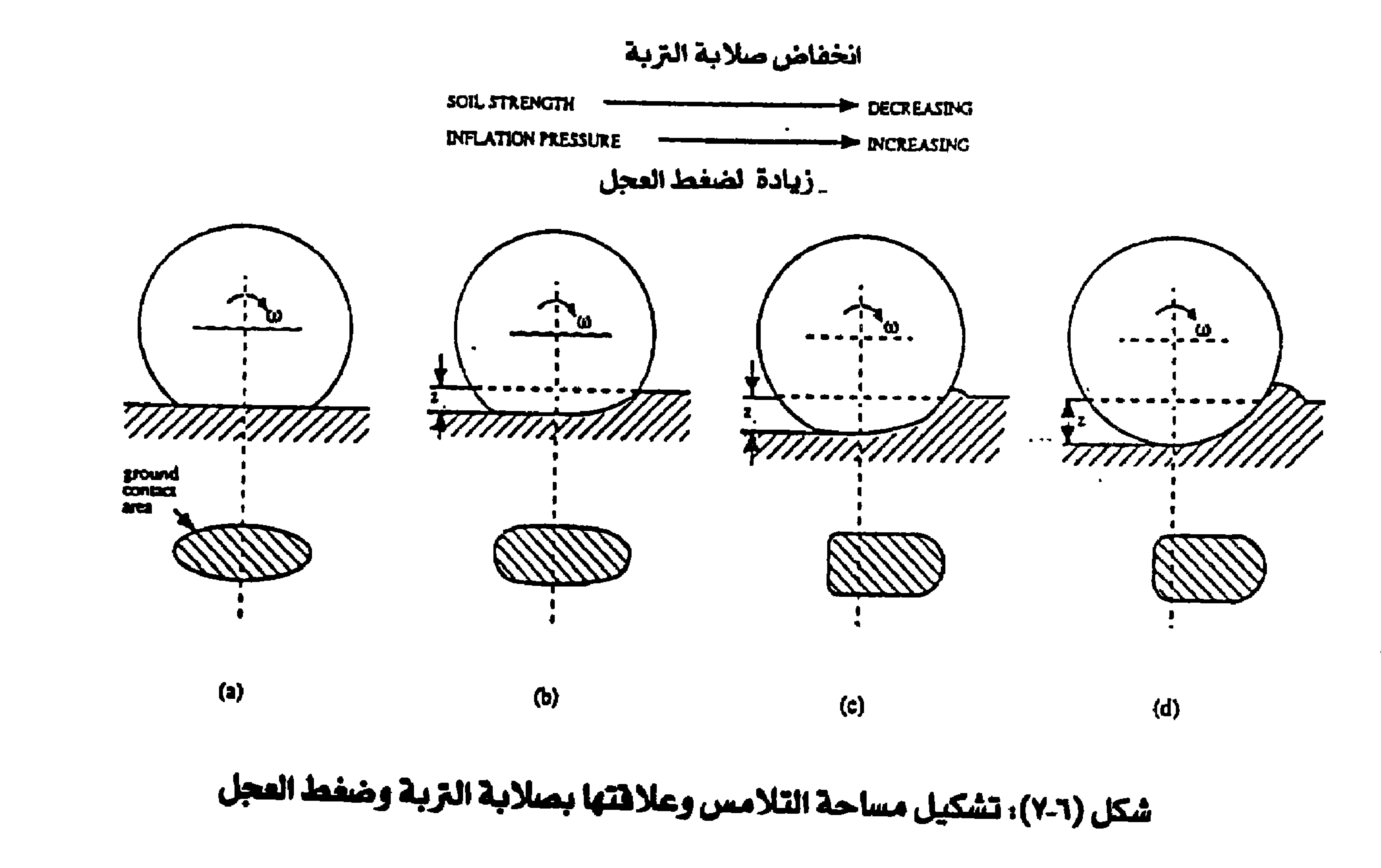
تعتمد مساحة التلامس على نوع الإطار Tire type وأبعاده Tire Size وعلى خصائص سطح التربة وتأثر مساحة التلامس على كل من الانزلاق ومقاومة الدوران وبالتالى فهى تؤثر على كفاءة الشد ويوضح شكل (٦-٦) مقارنة بين مساحة التلامس للجرار ذو العجل الكاوتش ومساحة التلامس للجرار ذو الكتينة ويلاحظ أن مساحة التلامس للجرار ذات الكتينة ثابتة وشكلها مستطيل وتعتمد فقط على أبعاد الكتينة أما فى الجرار ذات العجل الكاوتش فيؤثر مقدار الترخيم على قيمتها ويأخذ شكل القطع الناقص ellipse فى حالة diagonal Ply lines أو المستطيل فى حالة radial ply line ويوضح شكل (٦-٧) تأثير صلابة التربة والضغط داخل العجل على شكل مساحة التلامس فكلما انخفضت صلابة التربة وزاد ضغط العجل زادت مساحة التلامس وتغير شكلها من قطع ناقص إلى ما يقرب المستطيل كما يلاحظ من

الشكل أن هناك تماثل لمساحة التلامس حول محور العجل فى الأرض الصلبة فكلما انخفضت صلابة التربة وزاد ضغط العجل زادت نسبة الجزء الأمامى من المساحة عن الجزء الخلفى.





شكل (٦-٦) مقارنة بين مساحة التلامس للجرار ذو العجل الكاوتش ومساحة التلامس للجرار ذو الكتينة



شكل (٦-٧): تشكيل مساحة التلامس وعلاقتها بصلابة التربة وضغط العجل

إتزان الجرار

وزن الجرار يوزع على المحورين الأمامي والخلفي ويجب الملاحظة انه لوجود قوى شد او آلات معلقة خلف الجرار تؤثر على هذا التوزيع فينتقل جزء من الوزن على العجل الأمامي إلى العجل الخلفي وبالتالي يقل قيمة رد الفعل على العجل الأمامي. ويزداد هذا التأثير كلما زادت قيمة قوة الشد او وزن الآلة المعلقة او زيادة اذرع عزم هذه القوى. والنقص في رد فعل العجل الأمامي يعمل على قلة توازن الجرار ويصعب التحكم في توجيهه وقد يؤدى أيضاً في النهاية إلى إنقلاب الجرار حول نقطة تلامس العجل الخلفي مع الأرض. وينقلب الجرار بهذه الصورة حينما ينعدم الوزن على المحور الأمامي.

ولذلك يعرف معامل الإتزان في الجرار كالآتي:

$$\text{معامل الإتزان} = \frac{\text{مجموع عزوم القوى التى تعمل على إتزان الجرار}}{\text{مجموع عزوم القوى التى تعمل على قلب الجرار}}$$

على ان تأخذ جميع العزوم حول نقطة تلامس العجل الخلفي مع الأرض.

ويجب أن يكون هذا المعامل أكبر من الواحد حتى تصبح العزوم التى تساعد على إتزان الجرار أكبر من العزوم التى تعمل على قلبه. وعادة لينصح أن لايقل معامل إتزان الجرار عن ١,٢٥ وذلك حتى نضمن قيمة كافية للوزن على العجل الأمامي، وهذا هو السبب في إضافة بعض الأوزان أما في مقدمة إطار الجرار أو وضعها على محور العجل الأمامي حتى تعمل على ثبات وإتزان الجرار. ومما تقدم يتضح أن الجرار قد يتعرض لظروف تشغيل يمكن أن ينقلب فيها هذا الجرار بدورانه حول نقطة تلامس العجل الخلفي. ويمكن تلخيص العزوم التى تعمل على قلب الجرار وهى:

١- عزوم قوة الشد على قضيب الشد.

٢- عزوم الأوزان المعلقة على الجرار الهيدروليكي.

٣- عزوم تنشأ عن مركبة وزن الجرار عند صعوده أرض مائلة إلى أعلى.

والعزوم التى تعمل على ثبات الجرار وإتزانه وهى:

١- عزم وزن الجرار.

٢- عزم ينشأ عن وجود أوزان إضافية على إطار مقدم الجرار أو على محور العجل الأمامى.

وهناك ظروف أخرى قد يتعرض إليها الجرار ويحدث له إنقلاب ولكن قد ينقلب هذه المرة جانبياً على إحدى العجلات الخلفية ومثال ذلك إذا سار جرار فى منحنى على اليسار وبسرعة كبيرة وحول مركز دوران بقطر صغير نجد أن هذا الجرار عرضه للإنقلاب حول العجلة البعيدة عن مركز الدوران وذلك لظهور قيمة القوة الطاردة المركزية. وفى هذه الحالة يزداد إتزان الجرار عندما تقل سرعته الأمامية ويقل إرتفاع ثقله بالنسبة للأرض. كما يزداد هذا الإتزان بزيادة نصف الدوران وزيادة سمك العجلة الكاوتشوك والمسافة بين العجلتين الخلفيتين. ولذلك يجب أن يدور الجرار فى المنحنيات على سرعات منخفضة وعلى مركز دوران بنصف قطر كبير نسبياً وذلك ضماناً لإتزان الجرار وعدم إنقلابه على أحد جانبيه.

الباب السابع

صيانة الجرار الزراعى

Farm Tractor Maintenance

الباب السابع

صيانة الجرار الزراعى

Farm Tractor Maintenance

٧-١ مقدمة

تهدف أعمال الصيانة للجرار الى المحافظة على صلاحيته للعمل بكفاءة تشغيل عالية وعلى قميتها الذاتية رغم المؤثرات الضارة المتلفة عليها والراجعة الى الأستهلاك والأستخدام. وتحت أصطلاح " أعمال الصيانة المستمرة " يمكن وضع كل الأجراءات الخاصة بالرعاية والملاحظات والأصلاح وأعادة الصلاحية للجرارات بأجزائها المختلفة هذه الأعمال من الخدمة الميكانيكية لها دور كبير فى رفع كفاءة الجرار وزيادة معدل تشغيلها وبالتالى خفض تكاليف التشغيل وزيادة العائد من غلة المحاصيل.

٧-٢ عمليات الصيانة

تنقسم عمليات الصيانة الى:

أ- الصيانة البسيطة:

وتتضمن أصلاح الأعطال المفاجئة فى الحقل وتركيب بعض قطع الغيار السريعة التآكل والتلف. ويمكن أن يقوم بهذا النوع من الصيانة ملاحظ ميكانيكى مدرب.

ب- الصيانة المتوسطة:

ويقوم بها طاقم من الميكانيكيين أما فى مقر الجمعية التعاونية أو الوحدة الزراعية أو محطة الخدمة أو سيارات الورش المتنقلة حيث يتم أصلاح الأعطال التى لا يمكن أجراؤها بالحقل وكذلك العيوب التى تظهر أثناء التشغيل.

جـ- العمرات العامة: وهذه تحتاج الى ورش مجهزة بمعدات وأمكانيات خاصة والتى تتوفر فى الورش الرئيسية مثل ورش القطاع العام وورش الهيئات التابعة لقطاع الزراعة. وفيها يتم فك جميع أجزاء الجرار(عمرة شاملة) أو تغيير المحرك فقط (أصلاح جزئى).

وتتلخص الطرق المثلى لحسن أدارة وتشغيل الجرار وبالتالى تقليل الحاجة الى تكرار وسرعة أجراء أعمال الخدمة الميكانيكية فيما يلى:

١- الحرص على تموين الجرار بالآتى:

أ- الوقود النظيف الخالى من الشوائب والأتربة.

ب- الزيت الجيد والشحم المناسب حسب التعليمات الفنية.

جـ- الماء النظيف الخالى من الأملاح لجهاز التبريد.

د- الهواء الخالى من الأتربة لأشواط السحب بالمحرك.

٢- أتباع مواعيد التشحيم وتغيير الزيوت بالجرار والتأكد من مستوى الزيت أجهزة الجرار بأنتظام.

٣- التأكد من أن جميع أجزاء الجرار مربوطة ربطاً محكماً.

٤- المحافظة على أجهزة نقل الحركة مع عدم الضغط على دواسة الدبرياج بدون لزوم مع مراعاة رفع القدم من على الدواسة بالتدريج.

٥- عدم نقل عصا صندوق السرعات الا بعد توقف الجرار

٦- عدم تحميل قضيب شد الجرار أو طارة الأدارة أو عمود الأدارة الخلفى أو جهاز الرفع الهيدروليكى أكثر من طاقته.

٧-٣ الصيانة الدورية للجرار:

تتم عمليات الصيانة على أساس عدد ساعات التشغيل الفعلية للجرار ويوجد فى كثير من الجرارات عدادت خاصة لتسجيل عدد ساعات التشغيل وهذا يسهل المتابعة المنتظمة لمواعيد الصيانة. وعادة يوجد ٦ فترات للصيانة كل منها يشمل ما قبله مضافا إليه التعليمات الجديدة وهذه الفترات هى:

١- بعد كل عشر ساعات تشغيل (الصيانة اليومية).

٢- بعد كل ٥٠ ساعة تشغيل. ٣- بعد كل ١٠٠ ساعة تشغيل. .

٤- بعد كل ٢٥٠ ساعة تشغيل. ٥- بعد كل ٥٠٠ ساعة تشغيل.

٦- بعد كل ١٠٠٠ ساعة تشغيل.

وفيما يلى تعليمات كل فترة من هذه الفترات.

٧-٢-١ الصيانة اليومية:

تتم على ثلاث مراحل محددة وهى:

(أ) الصيانة قبل بدء التشغيل:

١- تأكد من أن خزان الووقود مملوء بالوقود.

٢- صفى جزءا من الوقود من الخزان للتخلص من الرواسب والمياه التى قد توجد بقاعدته.

٣- تأكد من مستوى الزيت فى علبة الكارتير مع الملء حتى العلامة المقررة او التصفية أذا لزم الأمر فى كل من علبة الكارتير المحرك وخزان مضخة الحقن

٤- تأكد من وجود الماء الكافى بالرادياتير ويكمل أذا أحتاج الأمر مع ضرورة أستعمال ماء نظيف.

٥- نظف فلتر الهواء واكشف عن مستوى الزيت فيه وغير الزيت أذا كان العمل فى اليوم السابق فى جو مترب وخاصة أثناء عملية الدراس.

٦- تأكد من سلامة وصلات الوقود والأجهزة الكهربية وجميع المسامير وللصواميل واحكم ربطها.

٧- كشف على ضغط الهواء داخل الأطارات.

(ب) الصيانة أثناء التشغيل:

١- لاحظ لون العادم مع مراعاة أنه فى محرك الديزل يكون خالياً من الدخان.

٢- تأكد من عدم وجود أصوات غريبة أو تخبيط داخل المحرك او اجهزة نقل الحركة.

٣- لاحظ قراءة العدادات وتأكد من أن ضغط الزيت ومبين الوقود ودرجة حرارة مياه التبريد فى حدودها السليمة.

٤- لا تضغط على دواسة الدبرياج بدون داعى.

٥- لا تحمل الجرار أكثر من طاقته.

٦- تجنب أحداث دورانات حادة.

(جـ) الصيانة بعد أنتهاء العمل اليومى:

١- نظف الجرار من الأتربة والزيوت الخارجة.

٢- تأكد من متانة ربط الأجزاء الخارجية للجرار.

٣- أملأ خزان الوقود بسولار نظيف.

٤- شحم كل المشاحم ماعدا مشحمة كرسى (رولمان بلى) فصل الدبرياج فشحمها كل ٥٠ ساعه.

٥- فى حالة الجرار الجديد غير زيت المحرك بعد ال ٢٥ ساعة تشغيل الأولى.

٦- أكشف على خلوص الفرامل والدبرياج.

٧- تحقق من سلامة اللمبات الكهربائية.

٧-٢-٢ صيانة الجرار بعد كل ٥٠ ساعة تشغيل:

بالأضافة الى تعليمات الصيانة اليومية السابقة للجرار نفذ أعمال الصيانة التالية:

١- أغسل الجرار ونظفة جيداً.

٢- أغسل وعاء الزيت السفلى والشبكة السلك الداخلية فى فلتر الهواء بسولار نظيف وغير الزيت.

٣- صفى الرواسب من فلاتر الوقود.

٤- أكشف على منسوب السائل (حمض الكبرتيك) فى البطارية أكمل بالماء المقطر اذا لزم بحيث يعلو ١سم فوق الأطراف العلوية للألواح مع وضع شحم على أقطاب البطارية.

٥- شحم المشحمة التى على صندوق الدبرياج.

٦- أكشف على منسوب الزيت فى صندوق التروس.

٧- فى حالة الجرار الجديد غير زيت الكارتير ونظف المرشح الدائم المغنطة من الشوائب.

٧-٣-٣ صيانة الجرار بعد كل ١٠٠ ساعة تشغيل:

بالأضافة الى تعليمات الصيانة السابقة نفذ أعمال الصيانة الأتية:

١- نظف فلتر الوقود.

٢- شحم محاور توجيه العجلات الأمامية.

٣- أكمل منسوب الزيت بعلبة تروس القيادة أذا لزم وغير زيت المحرك.

٤- أرفع الغطاء الجانبى للدبرياج ونظف الثقب الموجود فى أسفل الفارغة.

٥- أكشف عن زيت الجهاز الفرقى (الكرونة) والنقل النهائى وعلبة تروس القيادة ومضخة المياه مع التزويد بالزيت عند اللزوم.

٧-٣-٤ صيانة الجرار بعد كل ٢٥٠ ساعة تشغيل:

بالأضافة الى تعليمات الصيانة السابقة نفذ أعمال الصيانة الأتية:

١- أغسل مصفاة السلك الموجودة فى فتحة ملء خزان الوقود، ثم صفى الماء والشوائب بفك الطبة الموجودة بقاع مرشح الوقود.

٢- غير زيت علبة الكارتير فى المحرك وأغسل الفلتر الأبتدائى لزيت التزييت ونظفه.

٣- أغسل وعاء الفلتر النهائى لزيت تزييت المحرك.

٤- غير فلاتر الوقود عند الحاجة أذا قل الضغط عن ٠,٢ كجم/سم٢ من قراءة العداد.

٥- صفى الماء من مجموعة التبريد وأشطفها بماء نظيف.

٦- راجع منسوب الزيت فى صناديق تروس التخفيض الجانبية وأكمله عند اللزوم.

٧- نظف أقطاب البطاريات وأدهنها بالفازلين أو الشحم.

٨- فى حالة الجرار الجديد غير صندوق التروس والجهاز الفرقى وصناديق تروس التخفيض الجانبية.

٧-٣-٥ صيانة الجرار بعد كل ٥٠٠ ساعة تشغيل:

بالأضافة الى أعمال الصيانة السابقة نفذ عمليات الصيانة الأتية:

١- نظف كل من مصفاة ماسورة الملء ومصفاة المرشح لزيت التزييت بالمحرك بالوقود

٢- غير زيت الجهاز الهيدروليكى بالجرار إن وجد.

٣- أغسل مصفاة خزان الوقود.

٤- أضبط ضغط حقن الرشاشات عند اللزوم.

٥- أشطف مجموعة التبريد بمحلول مناسب لأزالة الشوائب.

٦- شحم مضخة المياه.

٧- فك غطاء رأس الأسطوانة وراجع تربيط الصواميل الحاكمة لرأس لأسطوانة وأضبط خلوص التاكيهات وأختبر يايات الصمامات وتأكد من وصول الزيت الى أفرع التاكيهات.

٨- غير زيت علبة التروس والجهاز الفرقى وعلبة تروس جهاز القيادة.

٧-٣-٦ صيانة الجرار بعد كل ١٠٠٠ ساعة تشغيل:

بالأضافة الى تعليمات الصيانة نفذ عمليات الصيانة الأتية:

١- نظف وأغسل الجرار.

٢- أغسل فلاتر الوقود وغير الحشو الورقى للفلتر الخشن والفلتر الناعم .

٣- أرفع خزان الوقود وأغسله جيداً بوقود نظيف.

٤- أختبر مضخة حقن الوقود على جهاز الأختبار ثم أستبدل الأجزاء المتآكلة أو التالفة بأخرى جديدة وأملأ الحوض السفلى بزيت التزييت.

٥- أكشف على فرش ومجمع تيار الدينامو وأستبدل الفرش المتآكلة بأخرى جديدة.

٦- فك طبة الزيت لكرسى المارش وضع قليلا من زيت التزييت ثم أعد ربطها.

٧- نظف كراسى العجلات الأمامية وأغسلها وشحمها بشحم نظيف.

٨- غير زيت جهاز الرفع الهيدروليكى وغير حشو فلتر الزيت ونظف الفلتر الدائم المغنطة.

٩- غير زيت التزييت بصندوق التروس والجهاز الفرقى مستخدما الزيت المناسب لفصل التشغيل.

١٠- أحكم كافة الوصلات والصواميل.

٧-٤- اعطال الجرار وتشخيصها وأسبابها وعلاجها:

سنتطرق فيما يلى بعض اعطال التى تحدث فى الجرار وكيفية تشخيصها وأسبابها وأهم الحلول لمعالجتها. يمكن الاستعانة بدليل الاعطال والتصليحات الموجود بكتيب الجرار المرفق والذى يساعد على تحديد جميع الاحتمالات المسببة للمشكلة عند تشخيص وفحص المحرك. وفيما يلى أهم الأعطال التى تحدث فى المحركات والتصليحات المتوقعة لها:

أولاً: صعوبة الاشتغال أو عدم اشتغال المحرك.

-السبب ١:- عدم وجود وقود أو نوع الوقود غير مناسب.

العلاج : ملئ الخزان بالوقود، اوتفريغ الوقود غير المناسب وملئه بالوقود المناسب.

-السبب ٢:- وجود ماء أو شوائب فى خزان الوقود أو فلاتر الوقود.

العلاج : - تنظيف الوقود من شوائب وتبديل الفلاتر الوسخة.

-السبب ٣:- وجود الفقاعات الهوائية فى جهاز وقود الديزل،

العلاج : طرد الفقاعات وذلك بإجراء عملية التنفيس.

-السبب ٤:- البطارية غير مشحونة أو عطل جهاز بدء االحركة.

العلاج : تبدل البطارية بجديدة. أو الكشف على جهاز بدء االحركة

- السبب ٥ :- ضعف عمل حاقن الوقود.

العلاج : يفضل تنظيفها أو تصليحها أو ضبطها أو تبديلها.

- السبب ٦:- الأسلاك الرئيسية للبطارية غير مشدودة بصورة جيدة.

العلاج : تنظيفها وشدها باحكام.

ثانيا: حدوث أصوات غير طبيعية فى المحرك (خبط المحرك)

-السبب ١:- اختلاف توقيت مضخة حقن الوقود حسب ترتيب الاشتغال

- العلاج : مراجعة توقيت مضخة حقن الوقود وضبطه من ترتيب الاشتغال

-السبب ٢ :- استهلاك كراسى المحاور والتجاويف المعدنية فى المحرك.

العلاج : تبدل بجديدة.

-السبب ٣:- زيادة الحركة الحرة فى نهايتى عمود المرفق

العلاج : تنظم حسب المواصفات.

-السبب ٤:- فك غطاء كراسى المحاور

العلاج — تركيب وربط الأغطية.

- السبب ٥:- أجسام غريبة فى الاسطوانة

العلاج : ازالتها.

ثالثا: المحرك ساخن:

- السبب ١: تلف غطاء فتحة ا الرادياتير

العلاج : اتبديله بغطاء جديد

– السبب ٢: انسداد أنابيب الراديياتير الماء.

العلاج : تنظيفها.

– السبب ٣: تلف المنظم الحرارى (والثرموستات)

العلاج : تبديله بمنظم جديد.

– السبب ٤: نقصان بكمية ماء التبريد

العلاج : اضافة ماء إلى الراديياتير.

- السيب ٥: سير المروحة غير مشدود

العلاج : تنظيم شده.

- السبب ٦: عطل مضخة الماء.

العلاج : تبديلها بمضخة جديدة

- السبب ٧: انخفاض مستوى الزيت فى المحرك

العلاج : يضاف زيت إلى المستوى المطلوب او غيره إذا كان قديم.

- - السبب ٨: التحميل الزائد على المحرك

العلاج : تنظيم الحمولة المناسبة.

- السبب ٩: توقيت الاشتغال متأخر

العلاج : تنظيم توقيت حدوث شوط القدرة وحقن الوقود بالوقت المناسب.

- السبب ١٠ : الوقود غير ملائم.

العلاج : استعمال وقود ملائم.

رابعاً : فقد القدرة

- السبب ١: فلتر الهواء فيها شوائب أو مسدودة

العلاج : يفتح وينظف جيداً.

- السبب ٢: أنابيب التغذية مسدودة أو ضيقة.

العلاج : تنظف من الشوائب.

- السبب ٣: نوع الوقود غير ملائم.

العلاج : استعمال الوقود المناسب

- السبب ٤: عدم احكام غلق الصمامات.

العلاج : تصليحه وذلك بإجراء عملية الكراين.

- السبب ٥: خلوص الصمامات غير صحيحة.

العلاج : تنظيفها حسب تعليمات الشركة.

- السبب ٦: سرعة المحرك واطئة.

العلاج : تنظيم السرعة.

- السبب ٧: نوع الزيت المستخدم ثقيل (لزوجته عالية)

العلاج : استعمل الزيت المناسب وحسب الفصل

- السبب ٨: توقيت المحرك غير صحيح

العلاج : اعادة توقيت حقن الوقود حسب ترتيب الاشتعال

- السبب ٩: توقيت عمود الكامات غير صحيح

العلاج : يعاد ضبط توقيته.

- السبب ١٠: نخفاض درجة حرارة المحرك نتيجة التبريد وعدم وصول حرارة المحرك للدرجة المثلى.

العلاج :فحص المنظم الحرارى وتبديله.

- السبب ١١: عدم توزيع الوقود بكميات متساوية من مضخة حقن الوقود الرئيسية.

العلاج :فحص المضخة وتصليحها.

خامساً: المحرك يستهلك زيت بكثرة.

- السبب ١: الزيت المستعمل خفيف.

العلاج :استعمال الزيت المناسب.

- السبب ٢: حلقات التزييت والضغط مستهلكة.

العلاج : تبديلها.

– السبب ٣: استهلاك دليل الصمام أو مانع تسرب الزيت لساق الصمام.

العلاج :وضع دليل جديد او مانع تسرب الزيت جديد.

– السبب ٤: استهلاك الكراسى الانزلاقية لأذرع التوصيل.

العلاج : تبديلها.

– السبب ٥: تسرب الزيت خارج المحرك.

العلاج : تحديد مكان التسرب وتصليحه.

سادساً: ضغط الزيت عال جداً

- السبب ١: عطل صمام الأمان أو التصاقه.

العلاج : تصليحه أو تحريره.

سابعاً: ضغط الزيت منخفض جداً:

- السبب ١: استهلاك الكراسى

العلاج : تبديلها.

السبب ٢: زيت خفيف جداً.

االعلاج : يستعمل زيت مناسب

السبب ٣: - كمية الزيت قليلة

االعلاج : ضافة كمية من الزيت إلى المستوى المطلوب

السبب ٤: - مضخة الزيت مستهلكة

االعلاج ٥ :تصليحها أو تبديلها

ثامناً: فقد الضغط:

السبب ١: خلوص الصمامات غير صحيح

االعلاج : ضبط الخلوص حسب ارشادات الشركة

السبب ٢: حلقات الضغط والتزييت متآكلة أو ملتصقة.

االعلاج : تبديلها.

السبب ٣: - الاسطوانات متآكلة.

االعلاج : تبديلها.

السبب ٤: الصمامات محترقة (تلف الصمامات)

االعلاج : تبديلها

تاسعاً: خروج دخان أزرق من العادم

- السبب ١: شنابر الضغط والتزييت متآكلة.

االعلاج : تبديلها

السبب ٢: كمية الزيت أكثر من اللازم.

االعلاج : تقليل كمية الزيت

السبب ٣: الاسطوانات متآكلة

االعلاج : تبديلها

- السبب ٤: قلة لزوجة الزيت

االعلاج : استعمال الزيت المناسب.

عاشراً: خروج دخان أسود من العادم

- السبب ١: - حقن كمية زائدة من الوقود (الوقود غنى)

االعلاج :ضبط كمية الوقود.

- السبب ٢: - نوعية الوقود المستعملة غير مناسبة

االعلاج :استعمال النوعية المناسبة من الوقود.

- السبب ٣: - دخول كمية قليلة من الهواء.

االعلاج :تنظيف تنقية الهواء

إحدى عشر: استهلاك الوقود مرتفع (أكثر من الازم)

- السبب ١: - استهلاك حاقنات الوقود

االعلاج :تصليحها او تبديلها فى ورشة التصليح

– السبب ٢: - خانق الهواء لا يعمل

االعلاج :تصليحه

– السبب ٣: - نوعية الوقود المستعملة غير مناسبة

االعلاج :استعمال الوقود المناسب

– السبب ٤: - انسداد مرشح (منقية) الهواء

االعلاج : تنظيف منقية الهواء

– السبب ٥: - تسرب الوقود من خلال انابيب توصيل الوقود

االعلاج :شد او تبديل الأنابيب

٧-٥ - تخزين الجرارات:

عند ترك الجرار بدون تشغيل لفترة طويلة فأنه يجب أتخاذ بعض الأحتياطات لوقايته من الأضرار التى قد تحدث له خلال تلك الفترة مع أصلاح الخلل أو العطب الذى به إن وجد بحيث يكون سليما وفى حالة صالحة تماما قبل وضعه فى المخزن، مع مراعاة أن تكون جميع أجزاؤه كاملة.

وهناك تعليمات عامة لصيانة المعدات أثناء تخزينها أهمها:

١- أن توضع فى مأوى او تحت مظلات واقيه وتغطى بالشمع بعد غسلها وتجفيفها جيداً بالهواء المضغوط.

٢- أن تفرغ من الوقود والزيوت ثم تملأ بزيوت جديدة.

٣- أن تحمل على حوامل خشبية.

٤- أن تخزن البطاريات فى مكان خاص بها مع الكشف عليها دوريا.

٥- تشحم الأجزاء المعرضة للصدأ.

٦- تدهن الأجزاء المعدنية بالبوية لصيانتها من العوامل الجوية.

٧- أن تجرى لها الصيانة الوقائية بل تخزينها مباشرة.

٨- وضع كل نوع على حده فى المخزن مع ترك فراغات كافية بين كل نوع والآخر لتسهيل التفتيش عليها وعمل الصيانة الدورية، مع تسجيل تاريخ التخزين والتفتيش وغير ذلك على سجل خاص بكل معدة.

٩- دهان نوافذ مخازن الكاوتش كلما أمكن حتى لا تتعرض الأطارات المخزونة للضوء.

١٠- رش الأطارات الداخلية والخارجية ببودرة التلك، ثم رشها بنفس البودرة مرة كل ثلاثة أشهر.

١١- مراعاة عدم وجود أى مواد كيماوية بالقرب من الأطارات والمواد المطاطية فى المخزن.

١٢- يراعى عند تخزين الأطارات أن تكون بعيدة عن التيارات الهوائية وألا تتجاوز درجة حرارة المخزن ٢٠م.

١٣- وضع الأطارات عند تخزينها أفقية فوق بعضها ولا توضع فى وضع رأسى مدة طويلة وفى الحالة الأخيرة يلزم تغيير نقطة ارتكازها بأستمرار.

٧-٥-١ أعداد الجرار للتشغيل بعد فترة تخزين طويلة:

بعد تخزين الجرار لفترة طويلة ويراد أعداده للتشغيل فأن هناك بعض التعليمات الخاصة بذلك مع ضرورة العناية بتجهيز دورة الوقود نظراً لأنفصال

بعض المواد الشمعية من الوقود أثناء التخزين التى قد تسبب أنسداد فلاتر الوقود بمجرد أعادة تشغيل المحرك.

١- نظف الجرار من الأتربة والشحم والزيت.

٢- صفى خزان الوقود، ثم فكه واغسله غسلاً تاماً.

٣- صفى الوقود المتبقى من دورة الوقود.

٤- اغسل جميع فلاتر الوقود جيداً.

٥- غير حشو فلاتر الوقود.

٦- بعد ملء خزان الوقود أخرج الهواء من دورة الوقود.

٧- تخلص من الوقود الذى تم تصفيته من الخزان لعدم صلاحيته للأستعمال.

٨- أنزل الجرار من على الكتل الخشبية.

٩- أكشف على ضغط الهواء فى الأطارات وزود أذا لزم الأمر.

١٠- املأ الرادياتير بماء نظيف.

١١- اكشف على منسوب الزيت فى علبة كرتير المحرك وزوده أذا لزم الأمر.

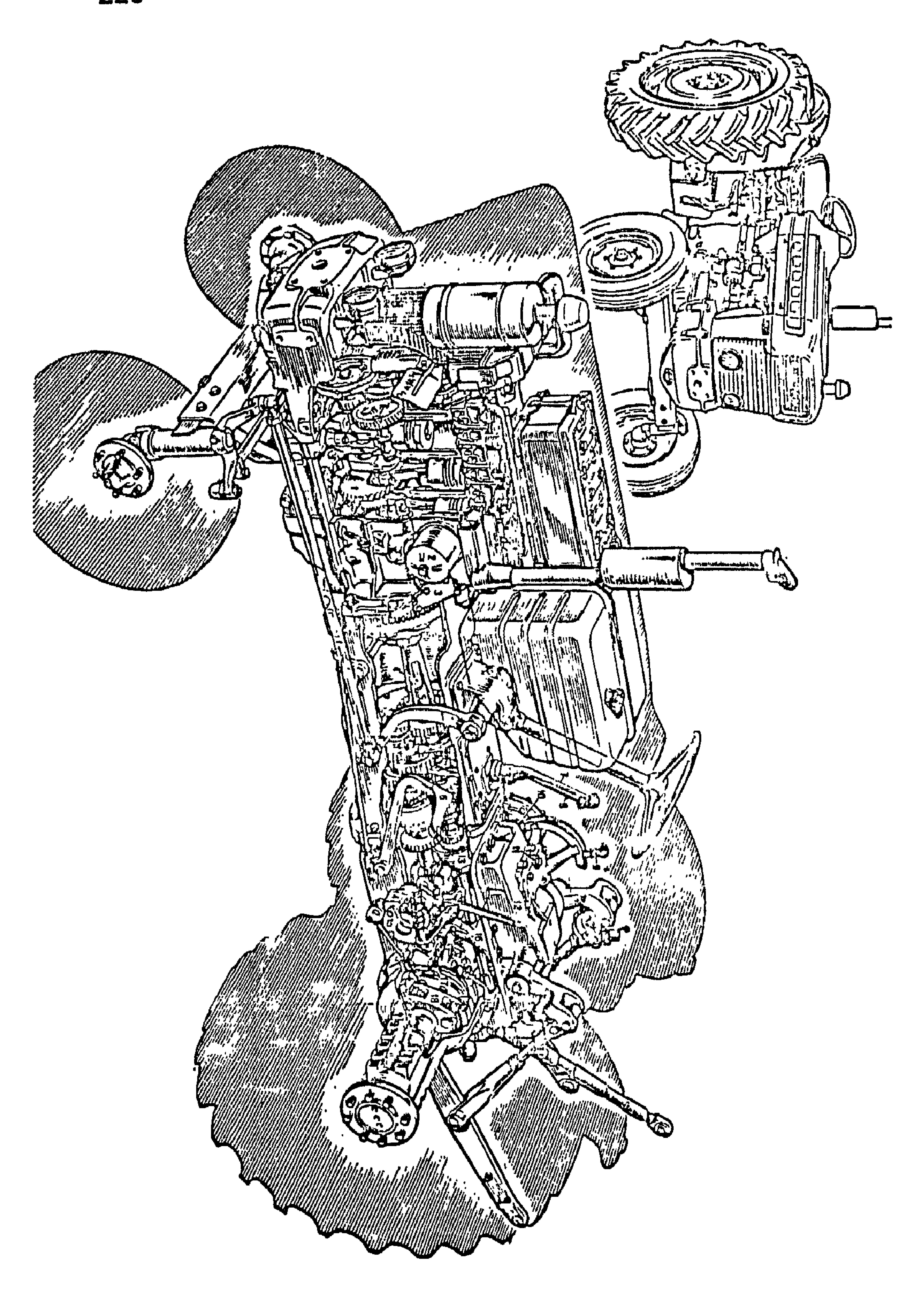
١٢- نظف فلتر الهواء الأبتدائى.

١٣- أزل قطع الشمع الموجود على فتحات مواسير الهواء العادم.

١٤- املأ فلتر الهواء بالزيت الى العلامة المبينة، ثم ضعه فى مكانه ووصله بمجمع السحب بوصله من المطاط.

١٥- اشحن البطاريتين شحناً كاملاً، ثم ضعهم فى مكانهم ووصل الكبلات بالأقطاب وادهن الأقطاب ووصلاتها بالفازلين أو أى شحم أخر.

١٦- نظف الجرار بقطعة من القماش، وبعد ذلك يكون الجرار معداً للتشغيل.



المراجع

مراجع باللغة العربية:

- السعيد رمضان العشرى،٢٠٠٦: طرق تجريبية فى هندسة الجرارات - مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٣.
- السعيد رمضان العشرى،٢٠٠٣: محركات الأحتراق الداخلى - مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٣
- السعيد رمضان العشرى، ١٩٩٥: القوى الزراعية - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية ١٩٩٥.
- السعيد رمضان العشرى، ١٩٩٧: الجرارات الزراعية جـ١ - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية١٩٩٧ .
- السعيد رمضان العشرى، ١٩٩٧: الجرارات الزراعية جـ٢ - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية. ١٩٩٧ .
- بواقيم كوتراد: هندسة الجرارات. مؤسسة الأهرام بالقاهرة بالأشتراك مع المؤسسة الشعبية للتأليف بليبزج.
- حلمى السيد جاد، تكنولوجيا السيارات. كلية الهندسة - جامعة المنصورة
- جورج باسيلى حنا، ١٩٧٦: الميكنة والجرارات الزراعية. مطبعة جامعة القاهرة والكتاب الجامعى.
- سعد فتح الله أحمد، ١٩٨٥ - االقوى الزراعية - كلية الزراعة - الإسكندرية - جهاز الطبع والنشر للكتاب الجامعى - جامعة الإسكندرية.
- سمير محمد يونس، واخرون ٢٠٠٢ اساسيات الهندسة الزراعية- مكتبة بستان المعرفة للطبع ونشر الكتب - كفر الدوار-مصر ٢٠٠٢
- سمير محمد يونس، ١٩٨٢ - الجرارات الزراعية - كلية الزراعة - الإسكندرية.
- عبد الحميد أبوسبع، على يسرى كريم، -١٩٧٧ - الجرارات الزراعية -دار المعارف الإسكندرية.

- عبد الحميد ابو سبع - محمد يوسف بلال : الجرارات الآلات الزراعية ١٩٦٩ مكتبة وهبة - القاهرة.

- محمد عبد المحسن شيبون - الجرارات الزراعية - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

- محمد نبيل العوضي، ١٩٨٢: هندسة الجرارات والآلات الزراعية. كلية الزراعة - جامعة عين شمس.

- منير عزيز مرقص، سامي محمد يونس ١٩٩١، أساسيات الميكنة الزراعية، المكتب الدولي القاهرة.

مراجع باللغة الإنجليزية

- Agricultural Engineers Yearbook, American Society of Agricultural Engineers, 1978.
- Barger, E.L. et al, Tractors and Their Power Units John Wiley and Sons Inc. New York, 1967
- Browning, E. Paul "Design of Agricultural Tractor Transmission Elements." ASAE distinguished Lecture Series-Tractor Design- No 4, Winter Meeting of ASAE Dec. 18, 1978.
- Csorba, Julius J. "Farm Tractor: Trends in Type, Size, Age and USA ."Agr. Info. Bull. No. 231, Agr. Research Service, USDA.
- Deere & Co. Fundamentals of Machine Operation-Tractors. John Deere Service Publication, 1974.
- Dwyer, M. J. Some Aspects of Tyre Design and Their Effect on Agricultural Tractor Performance. Institution of Mechanical Engineers, England, 1975.
- Dwyer, M. J., D. W. Evernden and M. McAllister. Handbook of Agricultural Tyre Performance, nd ed. National Institute of Agricultural Engineering, Wrest Park, Silsoe, Bedford, England, April 1976.
- Gelman, B. and Moskvin, M. 1975: Farm Tractors. Mir Publishers, Moscow, USSR.
- Georgev,V. et. al., 1972: Tractors and Automobiles. ZEMIZDAT, SOFIA.
- Goering. C.E 1989. Engine and tractor Power. St. Joseph, MI:ASAE

- Gray, R.B. 1975. The agricultural tractor, 1855 - 1950. ASAE, St. Joeseph, MI.
- Hunt, Donnell, Farm Power and Machinery Management Lowa State Univ. Press, 1960 Ames, Lowa..
- Hunt., 1983: Farm Power and Machinery Management Iowa State University Press, Ames.
- Inns, F.M., 1984: Technology of tractors and implements. course details. Silsoe College, Silsoe, Bedford, uk,
- Jacobs, C., Harrel, W, and Shinn, G., 1982: Agricultural Power and Machinery. Mc-Graw. Hill Book Company, U.S.A.
- Jones, F.K., and W.H. Aldred. 1980. Farm power and tractors, 5th ed. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kepner, R.A., R. Bainer and E.L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery, 3rd Ed. Westport, CT: AVI publishing Co.
- Liljedahl, J.B., P.K. Turnquist, D. W. Smith and M. Hoki. 1989. Tractors and their Power Units, 4th Ed. New York: Van Nostrand Reinhold
- Moses, B.D. and Frost, K.R., 1962: Farm Power. John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A.
- Nebraska Tractor Tests, 1920-1948." Univ. Nebraska Agr. Expt. Sta. Bull. 392. January 1949.
- Parson, M. S. F. H. Robinson, and Paul E. Strickler. "Farm Machinery: Use, Depreciation and Replacement," U.S. Dept of Agr. Sta. Bull. 269.1960.
- Pershing, R.L., and R. R. Yoerger. "Simulation of Tractors for Transient Respone." Trans. of the ASAE, Vol. 12, 1969, pp. 715-719.
- Pfundstein, K. L. "Optimizing Farm Tractor Design and Use-an Approach," Trans. of ASAE, Vol.3, No. 2, 1960.
- Polacek, B. "Analysis of Hydrostatic Steering System." Olhydraulik and Pneumatik, Vol. 18, November 1974 (in German).
- Power to Produce." The Yearbook of Agriculture, USDA, Washington. 1960.
- Power to Produce." The Yearbook of Agriculture, USDA, Washington. 1960.
- Promersberger, W. J., F.E. Bishop, and D.W. Priebe. 1971. Modern farm power. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Ramiskan, Khatti, and John Plate. "Allis-Chalmers Load-

Sensitive Hydraulic System for Tractors-Implements Control." Trans of ASAE, Vol. 17, No. 5, 1974.

- Raney, J. P., J. B. Liljedahl, and R. Cohen. "The Dynamic Behavior of Farm Tractors." Transof ASAE, Vol. 4, 1961, pp. 215-218, 221.
- Renius, K. T., "European Tractor Transmission Design Concepts." Paper No. 76-1526 presented at the ASAE winter meeting, Dec. 14-17, 1976.
- Rubber Manufacturers Association. Care and Service of Farm Tires. Rubber Manufacturers Association, 1973.
- Sorokin, G.A Tractors Mir Publishers, Moscow 1967
- USDA. 1960. Power to produce. In the yearbook of agriculture. Washington, D.C.
- Van Deusen, B. D. "Analytical Techniques for Designing Riding Quality into Automotive Vehicles." SAE Paper 670021, 1967.
- Vanden Berg, G. E., and W. R. Gill. "Pressure Distribution Between a Smooth Tire and the Soil." Trans. of ASAE, Vol. 5, No. 2, 1962.
- Vasey, G.H., and W.F. Baillie. "Some Experiences with Testing of Spark Arresters for Tractor Engines." Jour. of Agr. Eng. Research, Vol. 6, No. 1, 1961.
- Vennard, John K., and Robert T. Street. Elementary Fluid Mechanics,5th ed., St Version. John Wiley & Sons, New York, 1975.
- Vomicil, J.A., E.R. Fountain and R.J. Reginato. 1958. The influence of speed and drawbar load on the compacting effect of wheeled tractors. Soil Science Soc. of AmericaProc 22: 178-180.
- Wittren. R. A. "Power Steering for Agricultural Tractors." ASAE Distinguished Lecture Series No. 1 presented winter meeting of ASAE, Dec. 17, 1975.

المحتويات



مكتبة بستان المعرفة

طباعة ونشر وتوزيع الكتب

كفر الدوار ـ ٨٦ ش الحدائق ـ بجوار نقابة التطبيقيين

☎: ٠٤٥/٢٢٢٤٢٢٨ & ٠٤٥/٢٢١١٤٩٥ &٠١٢١١٥١٢٣٧



الأستاذ الدكتور / السعيد رمضان العشرى

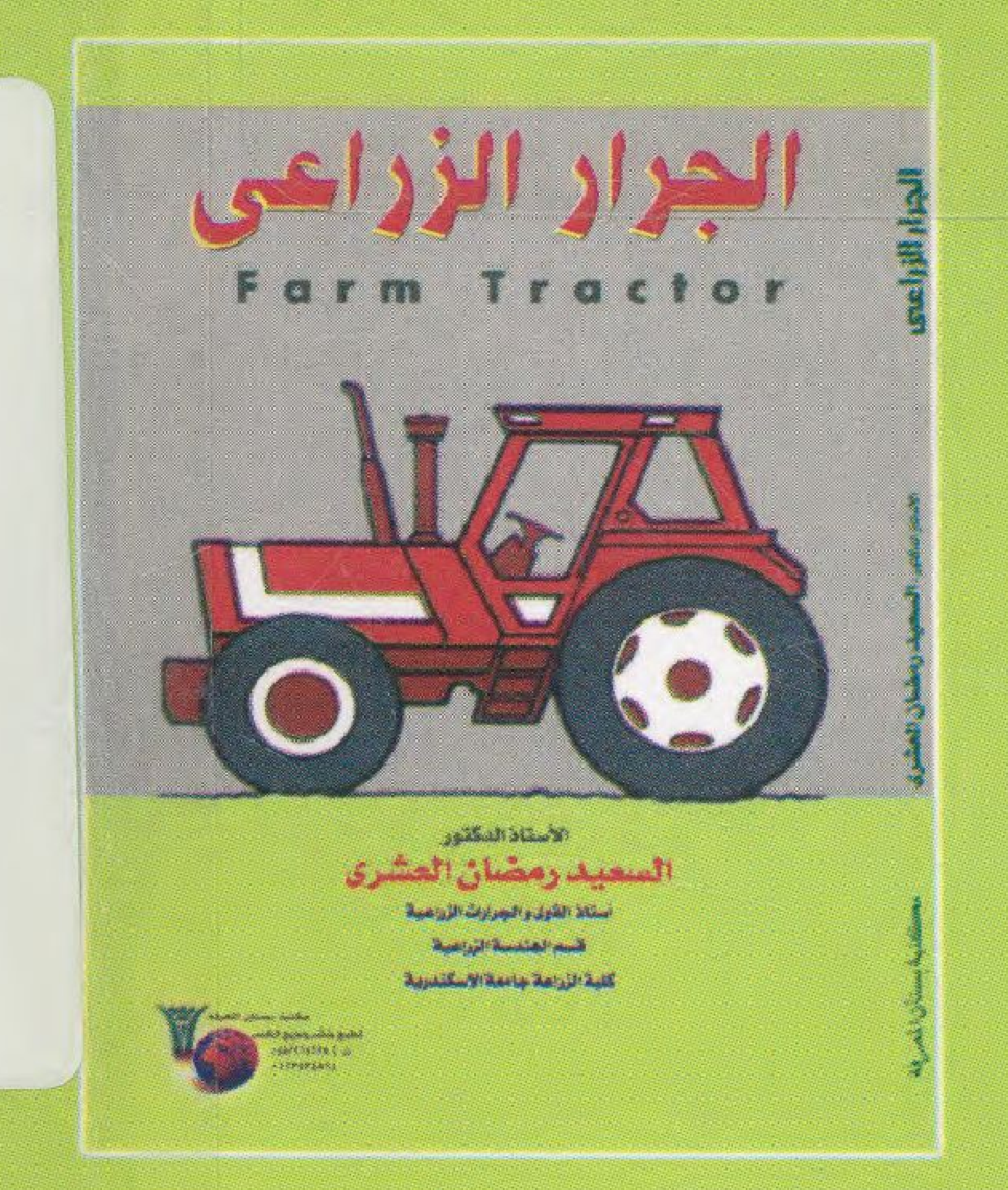
أستاذ القوى و الجرارات الزراعية

قسم الهندسة الزراعية

كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

- بكالوريوس هندسة زراعية - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية ١٩٧٨ بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف و الأول علي مستوي الكلية.
- حاصل علي ماجستير في الهندسة الزراعية من جامعة الإسكندرية ثم دكتوراه من أكاديمية العلوم المجرية بودابيست عام ١٩٩١ بتقدير ممتاز.
- تدرج من وظيفة معيد إلي وظيفة أستاذ بقسم الهندسة الزراعية كلية الزراعة جامعة الإسكندرية.
- حاصل على الجائزة التشجيعية لجامعة الأسكندرية عام ١٩٩٥.
- حاصل على جائزة (كيشيدا) اليابانية للتميز العلمي في الهندسة الزراعية عام ٢٠٠٣
- نشر له أكثر من ٣٥ بحث علمي في مجال أداء الجرارات و الآلات الزراعية و أجهزة القياس لإختبارات الجرارات و أستخدامات الطاقة في الزراعة
- شارك في العديد من المشاريع البحثية مع العديد من الجهات ال... و البحثية و التنفيذية
- شارك في إعداد و تأليف العديد من المؤلفات في مجال التخصص





هذا الكتاب

يشتمل علي فكرة عامة عن الجرار الزراعي و أنواعه المختلفة كما يتضمن عرض لطرق و وسائل نقل القدرة و الحركة في الجرار

كذلك و سائل إستغلال القدرة من الجرار

و كذلك شرح لمعايير أداء الجرار

و أختتم الكتاب بتوضيح للصيانة الازمة للجرار.